



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 146448**

**PERENCANAAN PENINGKATAN  
*FLEXIBLE PAVEMENT* PADA RUAS JALAN  
TRENGGALEK-PACITAN STA 3+350-STA 8+350  
KABUPATEN TRENGGALEK  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**DHYA AYU LARASATI**  
**NRP. 10111715000010**

**DOSEN PEMBIMBING I**  
**Ir. Djoko Sulistiono, MT.**  
**NIP. 19541002 198512 1 001**

**DOSEN PEMBIMBING II**  
**Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.**  
**NIP. 19770218 200501 2 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV LANJUT JENJANG  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 146448**

**PERENCANAAN PENINGKATAN  
*FLEXIBLE PAVEMENT* PADA RUAS JALAN  
TRENGGALEK-PACITAN STA 3+350-STA 8+350  
KABUPATEN TRENGGALEK  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**DHYA AYU LARASATI  
NRP. 10111715000010**

**DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
NIP. 19541002 198512 1 001**

**DOSEN PEMBIMBING II  
Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.  
NIP. 19770218 200501 2 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV LANJUT JENJANG  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**FINAL PROJECT - RC 146448**

***FLEXIBLE PAVEMENT IMPROVEMENTS  
PLANNING ON TRENGGALEK-PACITAN  
STA 3+350-STA 8+350 TRENGGALEK  
EAST JAVA***

**DHYA AYU LARASATI  
NRP. 10111715000010**

**SUPERVISOR I  
Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
NIP. 19541002 198512 1 001**

**SUPERVISOR II  
Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.  
NIP. 19770218 200501 2 002**

**DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING FURTHER LEVEL  
DEPARTMENTS OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**

**PERENCANAAN PENINGKATAN  
FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN  
TRENGGALEK-PACITAN STA 3+350–STA 8+350  
KABUPATEN TRENGGALEK  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR TERAPAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Terapan  
Pada  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 23 Mei 2018

Disusun oleh:



DHYA AYU LARASATI  
NRP 10111715000010

Disetujui oleh:

24 JUL 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. DJOKO SULISTIONO, MT. NIP. 19541002 198512 1 001  
AMALIA FIRDAUS M., ST., MT. NIP. 19770218 200501 2 002





**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG  
 TEKNIK SIPIL  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

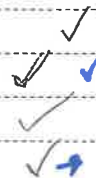
Tanggal : 4/7/2018

<b>Judul Tugas Akhir Terapan</b>	Perencanaan Peningkatan Flexible Pavement Pada Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 Di Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur		
<b>Nama Mahasiswa</b>	Dhya Ayu Larasati	<b>NRP</b>	10111715000010
<b>Dosen Pembimbing 1</b>	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	<b>Tanda tangan</b>	
<b>Dosen Pembimbing 2</b>	Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT NIP 19770218 200501 2 002	<b>Tanda tangan</b>	

**URAIAN REVISI**

**Dosen Penguji**

cek kemiringan median, beda tinggi minus spt  
 diperbaiki → ok lagi  
 - DS dari tahun supya dicek  
 volume supya dicek lagi  
 Debit air diperbaiki (kumulatif)



Ir. Rachmad Basuki, MS  
 NIP 19641114 198903 1 001

IDEM

Ir. Achmad Faiz HP, MS.  
 NIP 19630310 198903 1 004

NIP -

NIP -

**PERSETUJUAN HASIL REVISI**

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
	 12/7-2018		
Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Ir. Achmad Faiz HP, MS. NIP 19630310 198903 1 004	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 19/7/18	 19/7/18
	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT NIP 19770218 200501 2 002



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 DHYA AYU LARASATI 2  
**NRP** : 1 10111715000010 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT  
 PADA RUAS JALAN TREN66ALEK - PACITAN  
 STA 3+350 - STA 8+350, KAB. TREN66ALEK, PROV. JATIM  
**Dosen Pembimbing** : Ir. DJOKO SULISTIONO, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	Selasa, 24 April 18	- Beri keterangan setiap rumus misal FC ?, SS ?, SCS ? - Dicoba menggunakan TPJAK 97 ✓ Klasifikasi media (D, B, 6) - cel. cara menentukan R. Δ beda margin R sama type. tinggi beda ?	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	17-5-2018	Kontrol data lipshup dengan hasil hitung ? tetap grafik R, Δ & X. baru, perlu konversi ✓ / rumus yang lengkap. = cel. kemampuan eksisting menutup, Pasir Kutub all. pd. kecepatan 50 km/jm (bukti) liber → 2 lguis maks. Kaliber 2 bar Kareksi ? cel. hitung DS - cel hitung overlay	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 DHYA AYU LARASATI 2  
**NRP** : 1 10111715000010 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT  
 PADA RUAS JALAN TRENGGALEK - PACITAN STA 3+350 -  
 STA 8+350, KAB. TRENGGALEK, PROV. JATIM  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Djoko Sulistiono, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
3	22/5 2017	- Drainase sesuaikan dengan gambar				
		- gorong-gorong dipasang waktu ketemu medan yg menurik / sungai	gabup	B	C	K
		- simpulkan pada word ✓/ yg ada di tabel spt. e, pengkuran dll		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal





**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 DHYA AYU LARASATI 2  
**NRP** : 1 10111715000010 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT  
 PADA RUAS JALAN TREN66ALEK - PACITAN STA 3+350 -  
 STA 8+350, KAB. TREN66ALEK, PROV. JATIM  
**Dosen Pembimbing** : Amalia Firdaus M., ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	Jum'at, 27 April 2018	- Pemberian keterangan disetiap grafik, tabel, rumus, dan sumber dari mana.		B	C	K
		- Kontrol geometrik dikontrol sampai "OK".		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- latar belakang pengambilan lokasi ditekan		B	C	K
		- pada metode pelaksanaan ditambah pekerjaan atur arus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Jum'at, 18 Mei 2018	- Lengkapi tabel ketentuan - ketentuan yang ada		B	C	K
		- Beri gambar sampelnya		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Coba pakai regresi polinom				
		- Gorong-gorong diletakkan, bila ketemu sungai.		B	C	K
3.	Kamis, 24/18 /05	- Buat gambar potongan untuk memudahkan menentukan saluran drainase		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Beri sumber disetiap tabel		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 DHYA AYU LARASATI 2  
**NRP** : 1 110111 715000010 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT  
 PADA RUAS JALAN TREN66ALEK - PALITAN STA 3+350 -  
 STA 8+350, KAB. TREN66ALEK, PROV. JATIM.  
**Dosen Pembimbing** : Amalia Firdaus M., ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4.	Selasa , 4 Juni 2018	- Abstrak diambil dari tujuan dan rumusan masalah				
		- Cek satuan RAB		B	C	K
		- Buat power point → masalah- perhitungan - solusi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Beri penjelasan disetiap tabel yang menjelaskan hasil				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

**PERENCANAAN PENINGKATAN  
FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN  
TRENGGALEK-PACITAN STA 3+350–STA 8+350  
KABUPATEN TRENGGALEK  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**Disusun oleh:**

<b>Nama Mahasiswa</b>	<b>: Dhya Ayu Larasati</b>
<b>NRP</b>	<b>: 10111715000010</b>
<b>Program Studi</b>	<b>: DIV Lanjut Jenjang Teknik Infrastruktur Sipil</b>
<b>Bidang Studi</b>	<b>: Bangunan Transportasi</b>
<b>Dosen Pembimbing I</b>	<b>: Ir. Djoko Sulistiono, MT.</b>
<b>NIP</b>	<b>: 19541002 198512 1 001</b>
<b>Dosen Pembimbing II</b>	<b>: Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT.</b>
<b>NIP</b>	<b>: 19770218 200501 2 002</b>

**ABSTRAK**

Jalan raya merupakan transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Kondisi ruas jalan Trenggalek-Pacitan mempunyai lebar 6 meter, dimana sering mengalami masalah dikarenakan kondisi jalan yang berlubang dan retak. Umur rencana yang telah habis juga menjadi salah satu faktor penyebabnya. Salah satu upaya untuk mewujudkan hal tersebut, maka perlu dilaksanakan peningkatan perbaikan jalan pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350.

Perencanaan peningkatan jalan ini meliputi perhitungan kebutuhan pelebaran jalan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisa kontrol geometrik jalan menggunakan metode Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997, Direktorat Jendral Bina Marga. Perencanaan *overlay* mengacu pada perkerasan lentur dengan metoda lendutan

Pd T-05-2005, DPU. Perencanaan saluran tepi jalan menggunakan SNI 03-3424-1994 DPU, dan perencanaan Rencana Anggaran Biaya dengan menggunakan harga satuan dasar dari DPU Bina Marga Jawa Timur.

Dari hasil perencanaan peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350, untuk perhitungan analisa kapasitas pada kondisi eksisting 2/2 UD dengan lebar 3 meter per lajur diperoleh  $DS < 0,75$  pada 10 tahun rencana, mulai dari tahun 2017 sampai tahun 2027. Perhitungan lapis tambah (*overlay*) didapatkan hasil 3 cm menggunakan Laston. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat berbahan beton dengan dimensi saluran lebar = 0,7 m dan tinggi = 1 m. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 ini adalah Rp 10.040.000.000,- (Terbilang Sepuluh Miliar Empat Puluh Juta Rupiah).

***Kata kunci:*** *peningkatan, jalan, flexible pavement, Trenggalek, Pacitan, STA*

***FLEXIBLE PAVEMENT IMPROVEMENTS  
PLANNING ON TRENGGALEK-PACITAN ROAD  
STA 3+350 - STA 8+350 TRENGGALEK EAST JAVA***

***Name*** : ***Dhya Ayu Larasati***  
***Student Number*** : ***10111715000010***  
***Departement*** : ***Departement of Civil Infrastructure  
Engineering-Faculty of Vocational-ITS***  
***Major*** : ***Transportation Building***  
***Supervisor I*** : ***Ir. Djoko Sulistiono, MT.***  
***NIP*** : ***19541002 198512 1 001***  
***Supervisor II*** : ***Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT.***  
***NIP*** : ***19770218 200501 2 002***

***ABSTRACT***

*Highway is a transportation facilities that covers all parts of the road, include things that used for traffic. Trenggalek-Pacitan road has a 6 meters of width, which had a problems often like pothole and cracks, moreover the age plan that already expired also becomes another factors. One of some way to fix the problems is improvement on Trenggalek-Pacitan road STA 3+350 - STA 8+350.*

*This road improvement planning covers the calculation of road widening requirement using Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) method 1997. Analysis of road's geometric control using Geometric Road Inter-City No. 038/T/BM/ 1997, Directorate General of Highways. Overlay planning refers to flexible pavement with deflection method Pd T-05-2005, DPU, Roadside channel planning using SNI 03-3424-1994 DPU, and planning of Budget Plan by using unit price of DPU Bina Marga East Java.*



*The result of this improvement planning of Trenggalek-Pacitan road segment STA 3+350 - STA 8+350 for calculation of capacity analysis at existing condition 2/2 UD with width 3 meter per lane obtained DS <0,75 at 10 year plan, starting from year 2017 to 2027. Overlay calculation results obtained 3 cm using Laston. For drainage's plan (channel edge) in the quadrilateral shape which made from concrete with dimension of high (h) is 1 m and dimension of width (b) 0,7 m. For cost plan for this improvement is Rp. 10.040.000.000 (Ten billion forty million rupiah).*

**Keywords:** *improvement, road, flexible pavement, Trenggalek, Pacitan, STA*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul Perencanaan Peningkatan *Flexible Pavement* pada Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur ini dengan baik dan lancar. Segala hambatan dan rintangan yang telah saya alami dalam proses penyusunan Tugas Akhir Terapan ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman berharga bagi saya untuk meningkatkan kinerja saya. Terwujudnya Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari bimbingan, serta bantuan dari semua pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya patut saya berikan kepada:

1. Orangtua, yang selalu membantu, baik secara moral maupun material.
2. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT. dan ibu Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT. selaku dosen pembimbing saya, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan saya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan lancar.
3. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.

Semoga Tugas Akhir Terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya. Tetapi, tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan saya. Saya menyadari, bahwa dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan. Oleh sebab itu, saya mengharapkan koreksi dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Surabaya, 30 Mei 2018

Penulis

*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Lokasi Studi.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Umum .....	5
2.2. Analisa Kebutuhan Pelebaran.....	5
2.2.1. Pengolahan LHR.....	5
2.2.2. Menentukan Kelas Jalan .....	6
2.2.3. Kontrol Derajat Kejenuhan .....	6
2.2.4. Kapasitas Dasar (Co) .....	7

2.2.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).....	7
2.2.6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp) .....	8
2.2.7. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf).....	8
2.2.8. Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan .....	9
2.2.9. Derajat Kejenuhan (DS).....	10
2.3. Kontrol Geometrik.....	10
2.3.1. Alinyemen Horizontal.....	12
2.3.2. Alinyemen Vertikal.....	22
2.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Lapis Tambahan Menggunakan Lendutan Balik ( <i>Overlay</i> ) .....	24
2.4.1. Analisa Data Bankelman Beam .....	25
2.4.2. Lendutan dengan Bankelman Beam (BB) .....	29
2.4.3. Faktor Keseragaman untuk Lendutan Balik.....	30
2.4.4. Menentukan Besarnya Lendutan Balik yang Mewakili Segmen (D).....	31
2.4.5. Jenis Lapis Tambah.....	31
2.4.6. Prosedur Perhitungan .....	32
2.5. Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi.....	36
2.5.1. Analisa Data Curah Hujan .....	37
2.5.2. Perencanaan Saluran <i>Drainase</i> .....	39
2.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	46

<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>47</b>
3.1. Tahap Persiapan.....	47
3.2. Pengumpulan Data.....	47
3.3. Survei Lokasi .....	47
3.4. Pengolahan Data .....	48
3.5. Perencanaan Analisa Kebutuhan Pelebaran Jalan .....	48
3.6. Perencanaan Tebal Lapisan Tambahan ( <i>Overlay</i> ) .....	49
3.7. Perencanaan Drainase.....	49
3.8. Gambar Rencana.....	49
3.9. Metode Pelaksanaan <i>Flexible Pavement</i> .....	50
3.10. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	50
3.11. Kesimpulan dan Saran .....	50
3.12. Bagan Metodologi .....	51
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA ...</b>	<b>53</b>
4.1. Umum .....	53
4.2. Pengumpulan Data.....	53
4.2.1. Peta Lokasi.....	53
4.2.2. Data Geometrik Jalan.....	54
4.2.3. Data Lendutan Bankelman Beam .....	55
4.2.4. Data Curah Hujan .....	56
4.2.5. Data Lalu Lintas (LHR).....	57
4.3. Pengolahan Data .....	58
4.3.1. Data lalu lintas .....	58

4.3.2. Data Survey Muatan Kendaraan Maksimum .....	63
4.3.3. Data Bankelman Beam .....	68
4.3.4. Data Curah Hujan .....	71
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>75</b>
5.1. Analisa Kapasitas Jalan Eksisting.....	75
5.2. Perhitungan Geometrik Jalan.....	83
5.2.1. Alinyemen Horizontal.....	83
5.2.2. Alinyemen Vertikal.....	98
5.3. Perencanaan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) Menggunakan Lendutan Balik <i>Bankelman Beam</i> .....	109
5.4. Perencanaan Drainase .....	116
5.4.1. Perhitungan Debit Saluran .....	116
5.4.2. Perhitungan Dimensi Saluran Tepi .....	127
5.4.3. Perhitungan Gorong-Gorong .....	135
5.5. Metode Pelaksanaan Peningkatan Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 dengan Menggunakan <i>Flexible Pavement</i> .....	136
5.5.1. Pekerjaan Persiapan .....	137
5.5.2. Pekerjaan Penghamparan .....	139
5.5.3. Pekerjaan Pemadatan .....	144
5.5.4. Skema Pengaturan Arus Lalu Lintas.....	148
5.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	149
5.6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....	149
5.6.2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	159

<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>171</b>
6.1.    Kesimpulan .....	171
6.2.    Saran .....	172
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>173</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>175</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>177</b>



*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Medan Jalan .....	6
Tabel 2.2. Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar Kota 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD) .....	7
Tabel 2.3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) untuk Jalan 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD).....	7
Tabel 2.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp) .....	8
Tabel 2.5. Kelas Hambatan Samping .....	8
Tabel 2.6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf).....	9
Tabel 2.7. Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan .....	11
Tabel 2.8. Kelandaian Maksimum yang Diijinkan.....	12
Tabel 2.9. Panjang Jari-Jari Minimum .....	12
Tabel 2.10. Besarnya R Minimum dan D Minimum untuk Beberapa Kecepatan Rencana.....	13
Tabel 2.11. Panjang Lengkung Peralihan (Ls) dan Panjang Pencapaian Superelevasi (Le) untuk 1 Jalur-2 Lajur-2 Arah .....	18
Tabel 2.12. Jari-Jari yang Diijinkan Tanpa Superelevasi (Lengkung Peralihan) .....	19
Tabel 2.13. Pelebaran di Tikungan Per Lajur untuk Lebar Jalur 2 x (B)m, 1 atau 2 Arah .....	21
Tabel 2.14. Jarak Pandang Henti ( $J_h$ ) Minimum .....	22
Tabel 2.15. Jarak Pandang Mendahului ( $J_d$ ) .....	22

Tabel 2.16. Panjang Kritis (m) .....	24
Tabel 2.17. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan .....	25
Tabel 2.18. Koefisien Distribusi Kendaraan (C) .....	25
Tabel 2.19. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	26
Tabel 2.20. Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8,16 Ton Beban As Tunggal.....	27
Tabel 2.21. Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas .....	28
Tabel 2.22. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ).....	32
Tabel 2.23. Periode Ulang ( $Y_t$ ) .....	38
Tabel 2.24. Nilai $Y_n$ .....	38
Tabel 2.25. Nilai $S_n$ .....	39
Tabel 2.26. Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan..	39
Tabel 2.27. Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material.....	40
Tabel 2.28. Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan .....	41
Tabel 2.29. Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran (C).....	43

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Tabel 4.1. Kriteria Desain Geometrik .....	54
Tabel 4.2. Data Lendutan dengan Alat BB.....	55
Tabel 4.3. Data Curah Hujan .....	57
Tabel 4.4. Data Pertumbuhan Lalu Lintas .....	57
Tabel 4.5. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (MC) .....	59

Tabel 4.6. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang (LV) .....	60
Tabel 4.7. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk/Bus (HV) .....	62
Tabel 4.8. Nilai Lendutan Bankelman Beam Terkoreksi (dB).....	68
Tabel 4.9. Perhitungan Frekuensi Curah Hujan .....	71

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 5.1. Penentuan Kemiringan Medan Jalan .....	76
Tabel 5.2. Tipe Alinyemen Berdasar Medan Jalan .....	78
Tabel 5.3. Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar (Co) .....	78
Tabel 5.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lintas (FCw).....	79
Tabel 5.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp) .....	80
Tabel 5.6. Kelas Hambatan Samping .....	80
Tabel 5.7. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf).....	81
Tabel 5.8. DS Eksisting Tahun 2017.....	81
Tabel 5.9. DS Eksisting Pada Akhir Umur Rencana Tahun 2027 .....	82
Tabel 5.10. Rekapitulasi DS Eksisting .....	82
Tabel 5.11. Kontrol Jari-Jari Tikungan (R) pada Full Circle .....	90
Tabel 5.12. Rekapitulasi Perhitungan Full Circle .....	90
Tabel 5.13. Kontrol e pada Full Circle .....	91
Tabel 5.14. Kontrol Jari-Jari Tikungan (R) pada Spiral Circle Spiral.....	92
Tabel 5.15. Rekapitulasi Perhitungan Spiral Circle Spiral .....	92
Tabel 5.16. Kontrol e pada Spiral Circle Spiral .....	93

Tabel 5.17. Kontrol Jari-Jari Tikungan (R) pada Spiral Spiral....	94
Tabel 5.18. Rekapitulasi Perhitungan Spiral Spiral.....	94
Tabel 5.19. Kontrol e pada Spiral Circle Spiral .....	96
Tabel 5.20. Rekapitulasi Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung.....	104
Tabel 5.21. Rekapitulasi Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung.....	106
Tabel 5.22. Kelandaian Maksimum yang Diijinkan .....	108
Tabel 5.23. Panjang Kritis (m) .....	108
Tabel 5.24. Kontrol Panjang Kritis.....	109
Tabel 5.25. Rekapitulasi Nilai CESA Arah Trenggalek- Pacitan.....	111
Tabel 5.26. Rekapitulasi Nilai CESA Arah Pacitan- Trenggalek .....	112
Tabel 5.27. Data Perencanaan Saluran Tepi .....	119
Tabel 5.28. Rekapitulasi Perhitungan Saluran Debit Arah Trenggalek-Pacitan (Kanan) .....	121
Tabel 5.29. Rekapitulasi Perhitungan Saluran Debit Arah Trenggalek-Pacitan (Kiri) .....	124
Tabel 5.30. Rekapitulasi Perhitungan Kontrol Saluran Tepi Data Lapangan (Kanan).....	129
Tabel 5.31. Rekapitulasi Perhitungan Kontrol Saluran Tepi Data Lapangan (Kiri).....	132
Tabel 5.32. Rekapitulasi Gorong-Gorong (Kanan) .....	135
Tabel 5.33. Rekapitulasi Gorong-Gorong (Kiri) .....	136
Tabel 5.34. Perhitungan Volume Galian untuk Selokan Drainase .....	151
Tabel 5.35. Perhitungan Volume Gorong-Gorong .....	155

Tabel 5.36. Perhitungan Volume Rambu Jalan Tunggal dengan Pemantul Engineering Grade .....	157
Tabel 5.37. Perhitungan Volume Rel Pengaman (m1) .....	159
Tabel 5.38. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Perekat (Tack Coat) .....	160
Tabel 5.39 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Permukaan Laston .....	161
Tabel 5.40. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian untuk Selokan Drainase .....	162
Tabel 5.41. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tulangan Menggunakan Wire Mesh.....	163
Tabel 5.42. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton K-175.....	164
Tabel 5.43. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Gorong-Gorong d 95-105cm .....	165
Tabel 5.44. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Marka Jalan.....	166
Tabel 5.45. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal .....	167
Tabel 5.46. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Rel Pengaman ....	168
Tabel 5.47. Rencana Anggaran Biaya .....	169

*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

### BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1.1. Peta Lokasi Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 .....	4
Gambar 1.2. Peta Lokasi Trenggalek-Pacitan .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2.1. Lengkung Full Circle.....	14
Gambar 2.2. Lengkung Spiral-Circle-Spiral .....	15
Gambar 2.3. Lengkung Spiral-Spiral .....	16
Gambar 2.4. Diagram Superlevasi FC.....	20
Gambar 2.5. Diagram Superlevasi S-C-S .....	20
Gambar 2.6. Diagram Superlevasi S –S .....	21
Gambar 2.7. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ).....	32
Gambar 2.8. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu- Lintas .....	34
Gambar 2.9. Tebal Lapis Tambah/Overlay (Ho).....	35
Gambar 2.10. Kurva Basis .....	42

### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Gambar 4.1. Peta Lokasi Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 .....	54
--	----

### BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5.1. Detail Rencana Perkerasan Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ).....	116
Gambar 5.2. Detail Rencana Saluran Tepi Segi Empat.....	128
Gambar 5.3. Rambu-Rambu Peringatan.....	138
Gambar 5.4. Survei Pengukuran Lokasi.....	138



Gambar 5.5. Pekerjaan Penyemprotan Tack Coat .....	140
Gambar 5.6. Penempatan <i>Asphalt Finisher</i> pada Titik Awal ....	142
Gambar 5.7. Masuknya <i>Hotmix</i> ke dalam <i>Hopper</i> pada <i>Asphalt Finisher</i> .....	142
Gambar 5.8. Pekerjaan Penghamparan dengan Menggunakan <i>Asphalt Finisher</i> .....	143
Gambar 5.9. Aspal Diratakan dengan Menggunakan Sekop dan Lacker .....	143
Gambar 5.10. Pemadatan Awal Menggunakan <i>Three Weels</i> ....	145
Gambar 5.11. Pemadatan Antara dengan Pneumatic Tired Roller .....	146
Gambar 5.12. Pembantu Operator Menyemprotkan Kerosin pada Permukaan Ban Karet .....	146
Gambar 5.13. Penyemprotan Air agar Aspal Tidak Menempel pada Ban Karet.....	146
Gambar 5.14. Kondisi Permukaan Jalan yang Basah Setelah dilakukan Penyemprotan Air .....	147
Gambar 5.15. Pemadatan Akhir dengan <i>Tundem Roller</i> .....	147
Gambar 5.16. Skema Pengaturan Lalu Lintas Saat Pekerjaan Berlangsung .....	148

## **DAFTAR GRAFIK**

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Grafik 4.1. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor .....	59
Grafik 4.2. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang	61
Grafik 4.3. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk/Bus.....	62
Grafik 4.4. Lendutan BB Terkoreksi.....	71
Grafik 4.5. Kurva Basis.....	73

### **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

Grafik 5.1. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas .....	114
Grafik 5.2. Tebal Lapis Tambah/Overlay (Ho) .....	115
Grafik 5.3. Kurva Basis.....	117

*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Jalan raya merupakan transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Untuk itu jalan raya harus dibuat dengan aman, cepat, nyaman, tepat, efisien, dan ekonomis. Mengingat pentingnya peran jalan tersebut sebagai salah satu penggerak roda perekonomian dan juga sebagai sarana dan prasarana aktivitas masyarakat di berbagai sektor pembangunan daerah seperti sektor perekonomian, sosial, politik, dan budaya.

Kondisi topografi ruas jalan Trenggalek-Pacitan termasuk daerah dataran tinggi. Ruas jalan ini mempunyai lebar 6 meter, dimana sering mengalami masalah dikarenakan kondisi jalan yang berlubang dan retak. Ruas ini di lintasi berbagai jenis kendaraan, seperti: mobil penumpang, mobil hantaran/pick up, bis kecil, truck 2 as, truck 3 as, dan sepeda motor. Kondisi jalan yang kurang baik akan mengurangi tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan lalu lintas di daerah tersebut.

Perencanaan peningkatan jalan pada ruas ini dilakukan bertepatan umur rencana jalan tersebut telah habis, dimana juga menjadi salah satu faktor kerusakan jalan. Dengan melihat kondisi eksisting tersebut, maka dilakukan analisis perbaikan dengan menambah lapis tambah (*overlay*), khususnya pada ruas jalan STA 3+350 - STA-8+350 agar mendukung tingkat keamanan dan kenyamanan pada ruas jalan tersebut.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, penulis akan meninjau segi teknis bagaimana perencanaan ulang struktur jalan menggunakan perkerasan lentur dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan jalan tersebut untuk umur rencana (UR) 10 tahun mendatang?
2. Bagaimana kontrol geometrik jalan untuk perkerasan jalan tersebut?
3. Berapa ketebalan lapis ulang tambah (*overlay*) dengan menggunakan data *Bankelman Beam*?
4. Berapa dimensi saluran tepi (*drainase*) yang diperlukan?
5. Bagaimana metode pelaksanaan untuk pekerjaan jalan tersebut?
6. Berapa anggaran biaya yang dibutuhkan untuk peningkatan jalan pada ruas yang direncanakan?

### 1.3. Batasan Masalah

Mengingat luasnya perencanaan ini, maka batasan masalah yang digunakan meliputi:

1. Perumusan yang digunakan sesuai dengan literature yang ada.
2. Perencanaan kebutuhan lebar jalan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
3. Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota mengacu pada No. 038/T/BM/1997 DPU Direktorat Jendral Bina Marga.
4. Perencanaan *Overlay* dengan cara Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Ledutan Pd-T-05-2005, DPU.
5. Perencanaan saluran tepi jalan (*drainase*) mengacu pada SNI 03-3424-1994 DPU.
6. Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK Jawa Timur.
7. Tidak menghitung dinding penahan, jembatan dan pematah arus.

#### **1.4. Tujuan**

Berdasarkan batasan masalah di atas, tujuan yang akan dibahas adalah:

1. Menghitung kebutuhan lebar yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun.
2. Menghitung kebutuhan tebal lapis ulang (*overlay*) yang diperlukan.
3. Menghitung debit saluran tepi jalan (*drainase*).
4. Mengatur metode pelaksanaan pekerjaan jalan tersebut menggunakan *Flexible Pavement*.
5. Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan.

#### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari sisi penulisan Tugas Akhir Terapan peningkatan jalan ini sendiri adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pelayanan terhadap masyarakat dalam berlalu lintas.
2. Memperlancar kegiatan perekonomian masyarakat agar pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut meningkat.

## 1.6. Lokasi Studi



**Gambar 1.1. Peta Lokasi Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan  
STA 3+350 – STA 8+350**

*Sumber: Google Maps*



**Gambar 1.2. Peta Lokasi Trenggalek-Pacitan**

*Sumber: Google Maps*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Bab ini akan menjelaskan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan peningkatan jalan Tugas Akhir Terapan ini meliputi:

- a. Analisa kebutuhan pelebaran.
- b. Kontrol geometrik
- c. Perencanaan tebal perkerasan lapis tambah (*overlay*)
- d. Perencanaan saluran tepi (*drainase*)
- e. Metode pelaksanaan *Flexible Pavement*
- f. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

#### **2.2. Analisa Kebutuhan Pelebaran**

Dalam perencanaan kebutuhan pembangunan jalan dengan menggunakan analisa kapasitas dari MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) tahun 1997. Analisis kapasitas jalan bertujuan untuk menentukan perlu atau tidaknya pelebaran jalan untuk dapat mempertahankan fungsi kualitas jalan yang diinginkan sampai umur rencana yang akan datang. Untuk kebutuhan pelebaran jalan, maka diperlukan langkah langkah analisa kapasitas jalan sebagai berikut:

##### **2.2.1. Pengolahan LHR**

Data lalu lintas mengenai jumlah kendaraan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas masing-masing kendaraan. Untuk mencari pertumbuhan lalu lintas masing-masing kendaraan digunakan persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = ax \times b \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

Y = Variable tak bebas (volume kendaraan/LHR)

X = Variable bebas (tahun)

A = Konstanta

B = Koefisien regresi variable bebas



### 2.2.2. Menentukan Kelas Jalan

Pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan fungsinya, yaitu:

- a. Jalan arteri, merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan yang masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan kolektor, merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal/penghubung, merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

### 2.2.3. Kontrol Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dijadikan kontrol dalam perencanaan peningkatan ulang. Jika  $DS > 0.75$ , maka jalan perlu pelebaran karena kondisi segmen jalan dikatakan jenuh (padat). Sedangkan  $DS < 0.75$ , maka tidak perlu dilakukan pelebaran karena kondisi ini volume kendaraan tidak terlalu padat dan tidak menyebabkan panjang antrian.

Tipe alinemen adalah gambaran daerah yang dilalui oleh jalan dan ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya kemiringan medan. Pengelompokan medan kemiringan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Medan Jalan**

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3 - 25
3.	Pegunungan	G	>3

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, hal 6-23

#### 2.2.4. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan arus lalu lintas total pada suatu bagian jalan untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Tipe alinyemen mempengaruhi kapasitas dasar total bagian jalan seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.2. Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar Kota 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD)**

<b>Type alinyemen</b>	<b>Kapasitas dasar total dua arah (smp/jam)</b>
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

*Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-65.*

#### 2.2.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas. Dimana lebar jalan lalu lintas adalah lebar (m) jalur jalan yang dilewati lalu lintas (tidak termasuk bahu). Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) untuk Jalan 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD)**

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas / Wc</b>	<b>FCw</b>
Dua Lajur tak Terbagi (UD2/2)	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

*Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-66*

### 2.2.6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan. Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)**

Pemisah arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua Lajur 2/2	1.0	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4/2	1.0	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: MKJI Tahun 1997 untuk jalan luar kota 6-67.

### 2.2.7. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Hambatan samping adalah pengaruh kondisi kegiatan di samping ruas jalan yang memberi dampak pada arus lalu lintas, misalnya pejalan kaki, penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya.

**Tabel 2.5. Kelas Hambatan Samping**

Kelas Hambatan Samping	Kode	Bobot Frekuensi Dari Kejadian (kedua sisi)	Kondisi Khas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan: pertanian/belum berkembang
Rendah	L	50 -150	Pedesaan: beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan

Sedang	M	150 – 250	Kampung: kegiatan pemukiman
Tinggi	H	250 – 350	Kampung: beberapa kegiatan pasar
Sangat tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan: banyak pasar atau kegiatan niaga

*Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-10.*

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping adalah berdasar pada lebar efektif bahu (Ws) dan kelas hambatan samping. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping.

**Tabel 2.6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)**

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)			
		Lebar bahu efektif			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
2/2 UD	VL	0.97	0.99	1.00	1.02
	L	0.93	0.95	0.97	1.00
	M	0.88	0.91	0.94	0.98
	H	0.84	0.87	0.91	0.95
	VH	0.80	0.83	0.88	0.93

*Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-68*

## 2.2.8. Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas jalan adalah jumlah arus lalu lintas maximum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan untuk kondisi jalan yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Tentukan kapasitas segmen jalan pada kondisi lapangan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$C = C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

C = Kapasitas

C<sub>o</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_w$  = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

$FC_{sp}$  = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

$FC_{sf}$  = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

### 2.2.9. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan, didefinisikan sebagai ratio arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C) yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Q = QLHRT \times K \times emp \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

DS = *Degree of Saturated* (Derajat Kejenuhan)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

K = Faktor volume lalu lintas jam sibuk (nilai normal = 0,11)

Emp = Ekuivalen mobil penumpang

Dalam MKJI disebutkan bahwa derajat kejenuhan disarankan tidak melebihi 0,75. Apabila nilai DS lebih dari 0,75, maka jalan tersebut perlu adanya pelebaran atau penambahan lebar jalur.

### 2.3. Kontrol Geometrik

Pengontrolan Geometrik dapat dilakukan dengan menghitung lengkung vertikal dan lengkung horizontal. Data-data yang dibutuhkan pada perhitungan kontrol geometrik ini adalah kecepatan rencana, lebar perkeriaan. Lebar bahu jalan kemiringan melintang permukaan dan bahu, jari-jari minimum, dan landai maksimum.

a. Kecepatan rencana

Kecepatan rencana ( $V_R$ ) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.  $V_R$  untuk masing-masing fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7. Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan**

Fungsi	Kecepatan Rencana, $V_R$ (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 - 30

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

b. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan  $V_R$ .

c. Kelandaian

Ada dua macam jenis kelandaian, yaitu kelandaian minimum dan maksimum. Untuk kelandaian minimum pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5% untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan melintang jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air ke samping. Dan untuk kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.

**Tabel 2.8. Kelandaian Maksimum yang Diijinkan**

$V_R$ (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kalandaian maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

### 2.3.1. Alinyemen Horizontal

Pada alinyemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Dalam mengontrol alinyemen horizontal, maka yang dilihat adalah adanya lengkung pada suatu segmen jalan.

Bentuk-Bentuk lengkung horizontal ada 3, yaitu:

- a. Jari-jari tikungan

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127(e_{maks} + f)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$R_{\min}$  = Jari-jari tikungan minimum (m),

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$e_{maks}$  = Superelevasi maksimum (%)

$f$  = Koefisien gesek

**Tabel 2.9. Panjang Jari-Jari Minimum**

$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari minimum, $R_{\min}$ (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

**Tabel 2.10. Besarnya R Minimum dan D Minimum untuk Beberapa Kecepatan Rencana**

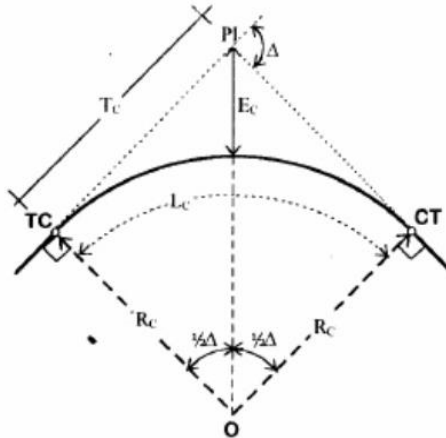
Kecepatan Rencana (Km/jam)	e maks (m/m')	f maks	R min (perhitungan)	R minimal (desain)	D maks (desain)
40	0,10	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,10	0,16	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,10	0,153	112,041	112	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,10	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,10	0,14	209,947	210	6,82
	0,08		229,062	229	6,25
90	0,10	0,128	180,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,10	0,115	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,10	0,103	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,10	0,09	596,768	597	2,40
	0,08		666,975	667	2,15

*Sumber: Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Sukirman.*

b. Lengkung *Full Circle* (FC)

Bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangent yang relatif kecil.





**Gambar 2.1. Lengkung Full Circle**

*Sumber: Perencanaan Teknik Jalan Raya, Shirley L. Hendarsin, hal 95*

Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung *Full Circle* antara lain.

$$T_c = R_c \cdot \tan (1/2\Delta) \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan 0.25\Delta \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$L_c = \frac{\Delta 2 \pi R_c}{360^\circ} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

$T_c$  = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT (m)

$R_c$  = Jari-jari lingkaran (m)

$E_c$  = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran (m)

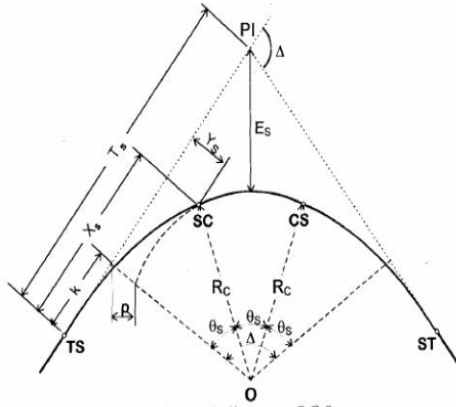
$L_c$  = Panjang busur lingkaran (m)

$\Delta$  = Sudut tikungan ( $^\circ$ )

c. Lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S)

Pada lengkung S-C-S ini dikenal dengan lengkung peralihan ( $L_s$ ), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap  $R$ . Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang

ditentukan untuk bentuk *full circle*. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana.



**Gambar 2.2. Lengkung Spiral-Circle-Spiral**

Sumber: *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Shirley L. Hendarsin, hal 97.

Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung *Spiral-Circle-Spiral*, sebagai berikut.

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} \right) \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R_c \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

$$L_{tot} = L_c \times 2L_s \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan (1/2 \Delta) + k \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec (1/2 \Delta) - R_c \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

$X_s$  = Jarak titik  $T_s$  dengan  $S_c$

$Y_s$  = Jarak tegak lurus ke titik  $S_c$  pada lengkung

$L_s$  = Panjang lengkung peralihan ( $T_s$ - $S_c$ / $CS$ - $ST$ )

$L_c$  = Panjang busur lingkaran

$T_s$  = Panjang titik tangen titik  $PI$  ke  $TS$

$E_s$  = Jarak  $PI$  ke busur lingkaran

$\theta_s$  = Sudut lengkung spiral

$\Delta$  = Sudut tangent

$R_c$  = Jari-jari lingkaran

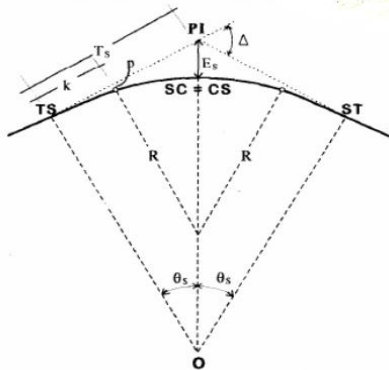
$P$  = Pergeseran tangent ke spiral

$k$  = Absis dari  $p$  pada garis tangent spiral

d. Lengkung *Spiral-Spiral* (S-S)

Jenis tikungan yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

Bentuk S-S dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Lengkung Spiral-Spiral**

*Sumber: Perencanaan Teknik Jalan Raya, Shirley L.*

*Hendarsin, hal 97.*

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus, sebagai berikut.

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

$$L_{tot} = 2L_s \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

$$L_s = \frac{\theta s \cdot \pi R c}{90} \dots\dots\dots(2.20)$$

e. Lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari tetap R; berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral.

Panjang lengkung peralihan (  $L_s$  ) diambil nilai yang terbesar diantara 3 persamaan-persamaan di bawah ini :

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots(2.21)$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C} \dots\dots\dots(2.22)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot R_e} V_R \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

$L_s$  = Panjang lengkung peralihan (m)

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = Waktu tempuh pada lengkung peralihan,  
ditetapkan 3 detik

$R_c$  = Jari-jari busur lingkaran (m)

$C$  = Perubahan percepatan (0,3 – 1), disarankan 0,4  
m/det<sup>3</sup>

$e$  = Superelevasi (%)

$e_m$  = Superelevasi maksimum (%)

$e_n$  = Superelevasi normal (%)

re = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan  
melintang jalan (m/m/detik)  
= ditetapkan tidak boleh melampaui re-maks yang  
ditetapkan sebagai berikut:  
untuk  $VR \leq 70$  km/jam, re-maks = 0,035m/m/detik  
untuk  $VR \geq 80$  km/jam, re-maks = 0,025m/m/detik

Untuk tujuan praktis, Ls dapat ditetapkan dengan menggunakan Tabel 2.11.

**Tabel 2.11. Panjang Lengkung Peralihan (Ls) dan Panjang Pencapaian Superelevasi (Le) untuk 1 Jalur-2 Lajur-2 Arah**

V <sub>R</sub> (km/jam)	Superelevasi, e (%)									
	2		4		6		8		10	
	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	100	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	110	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	-	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	-	-

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

Jika lengkung peralihan digunakan, posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus kearah sebelah dalam (pergeseran tagen terhadap spiral).

Dimana:

P = Pergeseran tangen terhadap spiral (m)

Ls = Panjang lengkung peralihan (m)

Rc = Jari-jari lengkung (m)

Jika nilai  $p < 0,25$  m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan sehingga tipe tikungan menjadi *Full Circle*.

Superelevasi tidak diperlukan apabila nilai R lebih besar atau sama dengan yang tercantum pada Tabel 2.12.

**Tabel 2.12. Jari-Jari yang Diijinkan Tanpa Superelevasi (Lengkung Peralihan)**

Kecepatan rencana, VR (km/jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)

- Pencapaian Superelevasi

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Adapun persamaan untuk menghitung superelevasi desain (jika tidak tersaji dalam tabel), seperti di bawah ini:

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$D_{tjd} = \frac{14,32,4}{R} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$e_{tjd} = \frac{-e_{maks} \times D_{tjd}^2}{D_{maks}} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_{tjd}}{D_{maks}} \dots\dots(2.26)$$

Dimana:

Vr = Jari-jari tikungan rencana (m)

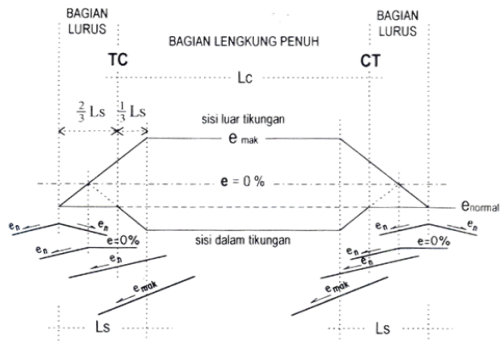
Dmaks = Derajat kelengkungan maksimum (°)

Dd = Derajat kelengkungan terjadi (°)

etjd = Superelevasi terjadi (%)

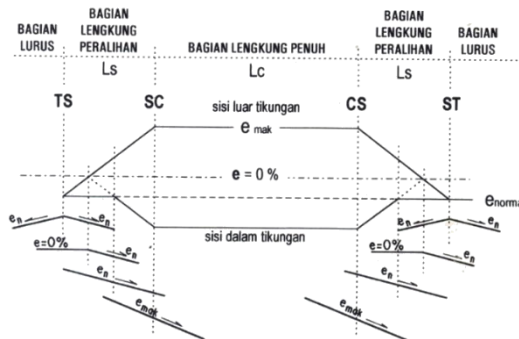
emaks = Superelevasi maksimum (%)

Gambar diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



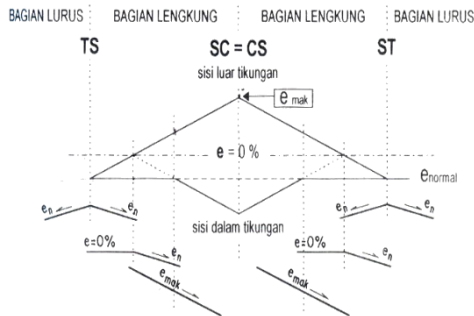
**Gambar 2.4. Diagram Superlevasi FC**

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*



**Gambar 2.5. Diagram Superelevasi S-C-S**

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*



**Gambar 2.6. Diagram Superelevasi S –S**

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

- Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan  
Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak perputaran kendaraan rencana sedemikian sehingga proyeksi kendaraan tetap pada lajurnya. Besaran lebar untuk pelebaran di tikungan dapat dilihat pada Tabel 2.13.

**Tabel 2.13. Pelebaran di Tikungan Per Lajur untuk Lebar Jalur 2 x (B)m, 1 atau 2 Arah**

R (m)	Kecepatan rencana, $V_R$ (km/jam)															
	50		60		70		80		90		100		110		120	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1500	0,3	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,5	0	0,6	0	-	0,001
1000	0,4	0	0,4	0	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,2	-	0,002
750	0,6	0	0,6	0	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,8	0,2	0,8	0,3	-	0,003
500	0,8	0,2	0,9	0,3	0,9	0,3	1	0,4	1	0,4	1,1	0,5	1	0,5		
400	0,9	0,3	0,9	0,3	1	0,4	1	0,4	1,1	0,5	1,1	0,5				
300	0,9	0,3	1	0,4	1	0,4	1,1	0,5		0,5						
250	1	0,4	1,1	0,5	1,1	0,5	1,2	0,6								
200	1,2	0,6	1,3	0,7	1,3	0,8	1,4									
150	1,3	0,7	1,4	0,8												
140	1,3	0,7	1,4	0,8												
130	1,3	0,7	1,4	0,8												
120	1,3	0,7	1,4	0,8												
110	1,3	0,7														
100	1,4	0,8														
90	1,4	0,8														
80	1,6	1														
70	1,7	1														

Keterangan :

kolom 1, untuk (B) = 3,00 m

kolom 2, untuk (B) = 3,50 m

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*



### 2.3.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Dalam Alinyemen vertikal kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri.

#### a. Jarak pandang

Jarak yang diperlukan pengemudi untuk mengetahui rintangan sehingga perjalanan berjalan aman. Adapun 2 jenis jarak pandang, yaitu jarak pandang henti dan jarak pandang menyiap.

**Tabel 2.14. Jarak Pandang Henti ( $J_h$ ) Minimum**

$V_r$ km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
$J_h$ (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik jalan antar kota, hal 21 – 22.

**Tabel 2.15. Jarak Pandang Mendahului ( $J_d$ )**

$V_r$ km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
$J_d$ (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik jalan antar kota, hal 21 – 22.

#### b. Lengkung vertikal cembung

Panjang  $L$ , berdasarkan  $J_h$

$$J_h < L, \text{ maka: } L = \frac{A.J_h^2}{399} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$J_h > L, \text{ maka: } L = 2J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.28)$$

Panjang  $L$ , berdasarkan  $J_d$

$$J_d < L, \text{ maka: } L = \frac{A.J_h^2}{840} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$J_d > L, \text{ maka: } L = 2J_h - \frac{840}{A} \dots\dots\dots(2.30)$$

Berdasarkan kenyamanan

$$L = \frac{A.V^2}{360} \dots\dots\dots(2.31)$$

Berdasarkan drainase

$$L = 40A \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

Berdasarkan keluwesan

$$L = 0,6V \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

Vertikal pergeseran (Ev)

$$L = \frac{A \times L}{800} \quad \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana:

L= Panjang lengkung vertikal parabola (m)

$J_h$  = Jarak pandang henti (m)

$J_d$  = Jarak pandang mendahului(m)

A = Perbedaan aljabar kelandaian (%)

$$= (g_1 - g_2) \quad \dots\dots\dots(2.35)$$

dimana :

$g_1$  = kelandaian (%)

$g_2$  = kelandaian (%)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

c. Lengkung vertikal cekung

Panjang L, berdasarkan jarak penyinaran lampu kendaraan

$$J_h < L, \text{ maka: } L = \frac{A J_h^2}{120 + 3,5 J_h} \quad \dots\dots\dots(2.36)$$

$$J_h > L, \text{ maka: } L = 2J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A} \quad \dots\dots\dots(2.37)$$

Berdasarkan kenyamanan

$$L = \frac{A V^2}{389} \quad \dots\dots\dots(2.38)$$

d. Elevasi dan Stationing

Elevasi PLV

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV} - 1/2 \times L \times g_1 \quad \dots\dots\dots(2.39)$$

$$\text{STA} = \text{STA PPV rencana} - 1/2 L \quad \dots\dots\dots(2.40)$$

$$\text{Elevasi } 1/4 L = \frac{A \times (0,25 \times L)}{200 \times L} \quad \dots\dots\dots(2.41)$$

$$= \text{Elevasi PPV rencana} - \left( \frac{0,25 \times g_1 \times L \times y'}{100} \right) \quad \dots\dots\dots(2.42)$$

$$\text{Elevasi PPV} = \text{Elevasi PPV rencana} + \text{Ev} \quad \dots\dots\dots(2.43)$$

$$\text{Elevasi } \frac{3}{4}L = \frac{A \times (0,75 \times L)}{200 \times L} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$= \text{Elevasi PPV rencana} - \left( \frac{0,75 \times g \times 1 \times L \times y'}{100} \right) \dots\dots\dots(2.45)$$

Elevasi PTV

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV} - 1/2 \times L \times g_2 \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana:

PLV = Peralihan Lengkung Vertikal

PTV = Peralihan Tangen Vertikal

PPV = Pusat Perpotongan Vertikal

e. Panjang kritis

Panjang kritis diperlukan sebagai batasan panjang kelaandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_R$ .

**Tabel 2.16. Panjang Kritis (m)**

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

## 2.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Lapis Tambahan Menggunakan Lendutan Balik (*Overlay*)

Tujuan utama dari perencanaan tebal lapisan tambahan (*overlay*) adalah untuk meningkatkan atau untuk memperpanjang umur pelayanan jalan raya. Lapisan tambahan ini dilakukan pada jalan yang sudah tidak berfungsi sebagai mana mestinya atau kurang memenuhi syarat. Adapun analisisnya sebagai berikut:

### 2.4.1. Analisa Data Bankelman Beam

#### a. Lalu lintas

Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 2.17.

**Tabel 2.17. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan**

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
$L < 4,50 \text{ m}$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 4-30.*

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 2.18.

**Tabel 2.18. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)**

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	(Berat total < 5 ton)		(Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 4-30.*

- b. Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)  
 Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut Rumus dan pada Tabel di bawah ini.

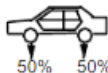
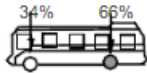
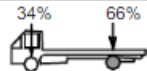
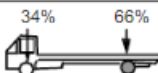
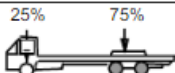
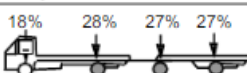
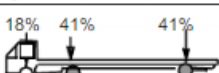
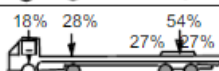
$$\text{Ekivalen Sumbu} = \left[ \frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right]^4 \quad \dots(2.47)$$

**Tabel 2.19. Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Golongan Kendaraan		Angka Ekvivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2.205	0,0002	-
2000	4.409	0,0036	0,0003
3000	6.614	0,0183	0,0016
4000	8.818	0,0577	0,005
5000	11.023	0,141	0,0121
6000	13.228	0,2923	0,0251
7000	15.432	0,5415	0,0466
8000	17.637	0,9238	0,0794
8160	18000	10000	0,0860
9000	19.841	14,798	0,1273
10000	22.046	22,555	0,194
11000	24.251	33,022	0,284
12000	26.455	46,77	0,4022
13000	28.66	64,419	0,554
14000	30.864	86,647	0,7452
15000	33.069	114,184	0,982
16000	35.276	147,815	12,712

*Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 1.*

**Tabel 2.20. Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8,16 Ton  
Beban As Tunggal**

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber: Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Bankelman  
Beam (No. 01/MN/BM/83)

- c. Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas  
Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut Rumus atau Tabel dibawah ini.

$$N = \frac{1}{2} \left[ 1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \quad \dots (2.48)$$

Dimana:

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan lalu lintas (%)

N = Umur rencana

**Tabel 2.21. Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas**

<b>N \ R</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>
1 tahun	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05
2 tahun	2.04	2.08	2.10	2.12	2.16	2.21
3 tahun	3.09	3.18	3.23	2.30	3.38	3.48
4 tahun	4.16	4.33	4.42	4.5	4.69	4.87
5 tahun	5.25	5.53	5.66	5.30	6.10	6.41
6 tahun	6.37	6.77	6.97	7.18	7.63	8.10
7 tahun	7.51	8.06	8.35	8.65	9.28	9.96
8 tahun	8.70	9.51	9.62	10.20	11.05	12.00
9 tahun	9.85	10.19	11.30	11.84	12.99	14.26
10 tahun	11.05	12.25	12.90	13.60	15.05	16.73
15 tahun	17.45	20.25	22.15	23.90	28.30	33.36
20 tahun	24.55	30.40	33.90	37.95	47.70	60.20

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 6-30.*

d. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Rumus.

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots (2.49)$$

Dimana:

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

E = Ekivalen beban sumbu (Tabel 2.19)

C = Koefisien distribusi kendaraan (Tabel 2.20)

N = Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas (Tabel 2.21)

#### 2.4.2. Lendutan dengan Bankelman Beam (BB)

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton). Besarnya lendutan balik adalah sesuai Rumus di bawah ini.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dimana:

$d_B$  = Lendutan balik (mm)  
 $d_1$  = Lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran  
 $d_3$  = Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran

$Ft$  = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35°C, sesuai Rumus 2.51, untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) lebih kecil 10 cm atau Rumus 2.52.

$$= 4,184 \times T_L^{-0,4025}, \text{ untuk } H_L < 10 \text{ cm} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$= 14,785 \times T_L^{-0,7573}, \text{ untuk } H_L > 10 \text{ cm} \dots\dots\dots(2.52)$$

$T_L$  = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan atau dapat diprediksi dari temperatur udara, yaitu:

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \dots\dots\dots(2.53)$$

$T_p$  = temperatur permukaan lapis beraspal

$T_t$  = temperatur tengah lapis beraspal

$T_b$  = temperatur bawah lapis beraspal

$Ca$  = Faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)  
 = 1,2; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah  
 = 0,9; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi



$$FK_{B-BB} = \text{Faktor koreksi beban uji Benkelman Beam (BB)} \\ = 77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,0715)} \dots\dots\dots(2.54)$$

### 2.4.3. Faktor Keseragaman untuk Lendutan Balik

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan Rumus sebagai berikut:

$$FK = \frac{S}{d_R} \times 100\% \dots\dots\dots(2.55)$$

Dimana:

FK = Faktor keseragaman

FK ijin = Faktor keseragaman yang diijinkan  
 = 0 % - 10%; keseragaman sangat baik  
 = 11% - 20%; keseragaman baik  
 = 21% - 30%; keseragaman cukup baik

$d_R$  = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan  
 $= \frac{\sum d}{n} \dots\dots\dots(2.56)$

S = Devisiasi standar  
 $= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2.57)$

d = Nilai lendutan balik ( $d_B$ ) atau lendutan langsung ( $d_L$ ) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

n = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

Ca = Faktor koreksi musim

#### 2.4.4. Menentukan Besarnya Lendutan Balik yang Mewakili Segmen (D)

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan, digunakan Rumus yang disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

- a.  $D_{\text{wakil}} = dR + 2 s$ ; untuk jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98%) .....(2.58)
- b.  $D_{\text{wakil}} = dR + 1,64 s$ ; untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%) .....(2.59)
- c.  $D_{\text{wakil}} = dR + 1,28 s$ ; untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%) .....(2.60)

Dimana:

- $D_{\text{wakil}}$  = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan  
 $dR$  = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan sesuai  
 $s$  = Deviasi standar sesuai

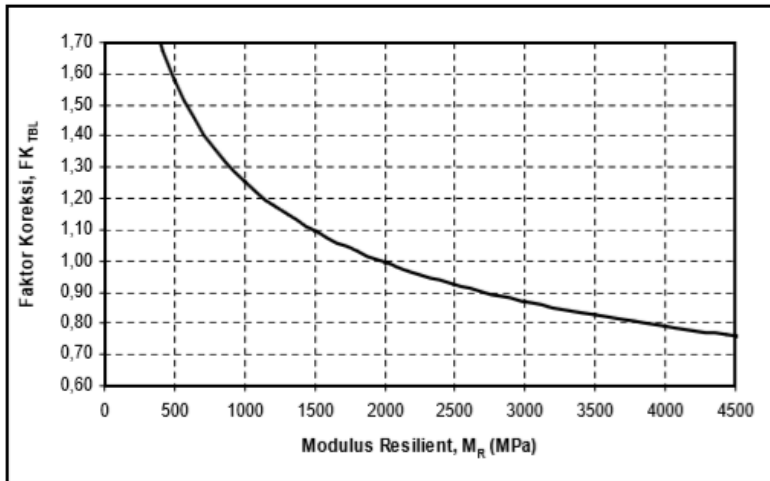
#### 2.4.5. Jenis Lapis Tambah

Pedoman ini berlaku untuk lapis tambah dengan Laston, yaitu modulus resilien ( $M_R$ ) sebesar 2000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum 800 kg. Nilai modulus resilien ( $M_R$ ) diperoleh berdasarkan pengujian UMATTA atau alat lain dengan temperatur pengujian 25°C. Apabila jenis campuran beraspal untuk lapis tambah menggunakan Laston Modifikasi dan Laston atau campuran beraspal yang mempunyai sifat berbeda (termasuk untuk Laston) dapat menggunakan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{\text{TBL}}$ ) sesuai Rumus 2.61 atau Gambar 2.7 dan Tabel 2.22.

$$FK_{\text{TBL}} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \dots\dots\dots(2.61)$$

Dimana:

- $FK_{\text{TBL}}$  = Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian  
 $M_R$  = Modulus Resilien (MPa)



**Gambar 2.7. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian ( $FK_{TBL}$ )**

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 12-30.*

**Tabel 2.22. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian ( $FK_{TBL}$ )**

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, $M_R$ (Mpa)	Stabilitas Marshall (kg)	$FK_{TBL}$
Laston Modifikasi	3000	Min 1000	0,85
Laston	2000	Min 800	1,00
Lataston	1000	Min 800	1,23

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 12-30.*

#### 2.4.6. Prosedur Perhitungan

Perhitungan tebal lapis tambah yang disarankan pada pedoman ini adalah berdasarkan data lendutan yang diukur dengan alat BB. Pengukuran lendutan dengan alat BB pada kedua jejak roda (jejak roda kiri dan jejak roda kanan). Pengukuran lendutan pada

perkerasan yang mengalami kerusakan berat dan deformasi plastis disarankan dihindari.

Perhitungan tebal lapis tambah perkerasan lentur dapat menggunakan rumus-rumus atau gambar-gambar yang terdapat pada pedoman ini. Tahapan perhitungan tebal lapis tambah adalah sebagai berikut:

- a. Hitung repetisi beban lalu-lintas rencana (CESA) dalam ESA;
- b. Hitung lendutan hasil pengujian dengan alat BB dan koreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim, Ca) dan faktor temperatur standar (Ft) serta faktor beban uji (FKB-BB untuk pengujian dengan BB) bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton;
- c. Tentukan panjang seksi yang memiliki keseragaman (FK) yang sesuai dengan tingkat keseragaman yang diinginkan;
- d. Hitung Lendutan wakil ( $D_{\text{wakil}}$ ) untuk masing-masing seksi jalan yang tergantung dari kelas jalan;  
Hitung lendutan rencana/ijin ( $D_{\text{rencana}}$ ) dengan menggunakan Rumus 2.62 untuk lendutan dengan alat BB;  

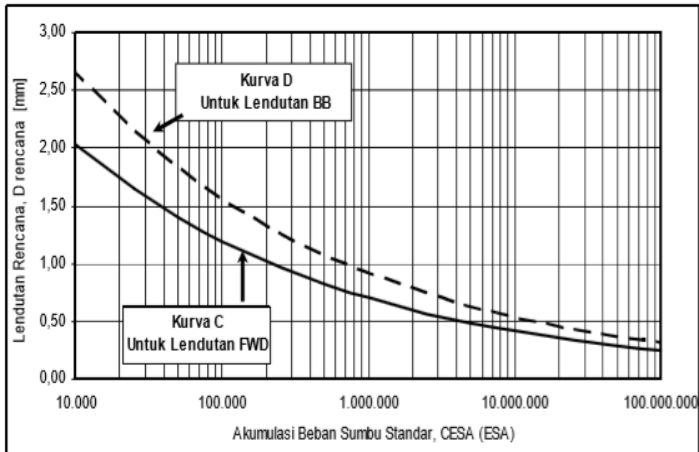
$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)} \dots\dots\dots(2.62)$$

Dimana:

$D_{\text{rencana}}$  = Lendutan rencana, dalam satuan milimeter.

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan ESA

atau dengan memplot data lalu-lintas rencana (CESA) pada Gambar 2.8 Kurva D untuk lendutan balik dengan alat BB.



**Gambar 2.8. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu-Lintas**

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 14-30.*

- e. Hitung tebal lapis tambah/overlay ( $H_o$ ) dengan menggunakan Rumus 2.63 atau dengan memplot pada Gambar 2.9.

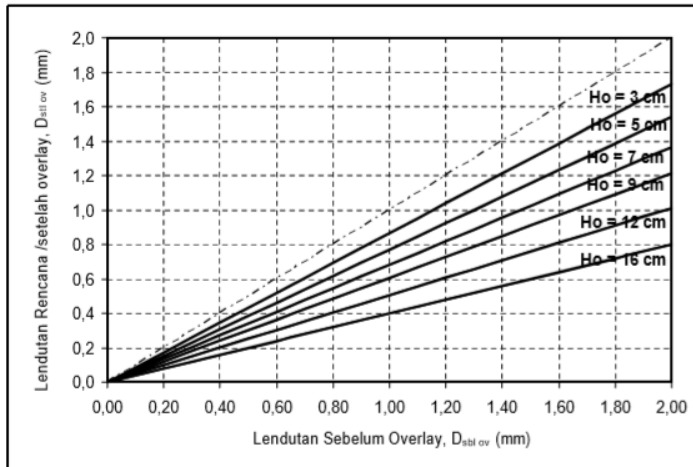
$$H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(D_{sbl\ ov}) + Ln(D_{stl\ ov})]}{0,0597} \dots\dots\dots(2.63)$$

Dimana:

$H_o$  = Tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

$D_{sbl\ ov}$  = Lendutan sebelum lapis tambah/Dwakil, dalam satuan milimeter.

$D_{stl\ ov}$  = Lendutan setelah lapis tambah atau lendutan rencana, dalam satuan milimeter.



**Gambar 2.9. Tebal Lapis Tambah/Overlay ( $H_o$ )**

*Sumber: Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan 14-30.*

- f. Hitung tebal lapis tambah/*overlay* terkoreksi ( $H_t$ ) dengan mengkalikan  $H_o$  dengan faktor koreksi overlay ( $F_o$ ), yaitu sesuai dengan Rumus di bawah ini.

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,01994 \times \text{TPRT})} \dots\dots\dots(2.64)$$

$$H_t = H_o \times F_o \dots\dots\dots(2.65)$$

Dimana:

$H_t$  = Tebal lapis tambah/*overlay* Laston setelah dikoreksi dengan temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

$H_o$  = Tebal lapis tambah Laston sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

$F_o$  = Faktor koreksi tebal lapis tambah/*overlay*

- g. Bila jenis atau sifat campuran beraspal yang akan digunakan tidak sesuai dengan ketentuan di atas maka tebal lapis tambah harus dikoreksi dengan faktor koreksi tebal lapis

tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ) sesuai Rumus 2.61 atau Gambar 2.7 atau Tabel 2.22.

## 2.5. Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat ditepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu *Catchment Area*. Saluran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk :

- a. Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- b. Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan penguasaan jalan

Pada Umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam ( $\text{grade} \geq 5\%$ ) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan  $\text{grade} \pm 5\%$ ) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

- a. Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan.
- b. Sebaliknya kecepatan aliran pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

Adanya drainase permukaan dimaksud untuk menampung, mengalirkan dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak kontruksi jalan yang ada. Fungsi dari drainase adalah:

- a. Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
- b. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

### 2.5.1. Analisa Data Curah Hujan

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi:

a. Periode Ulang

Karakteristik hujan tertentu menunjukkan periode ulang tertentu pula. Dalam merencanakan drainase periode ulang rencana untuk selokan samping ditentukan 5 tahun.

$$RT = x_{rata-rata} + K Sx \quad \dots\dots\dots(2.66)$$

Dimana:

RT = Frekuensi hujan pada periode ulang (Tahun)

$x_{rata-rata}$  = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata

Sx = Standart deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - x_{rata-rata})^2}{n}} \quad \dots\dots\dots(2.67)$$

b. Waktu Curah Hujan

Lamanya waktu curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan *Van Breen* bahwa hujan harian yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Intensitas Curah Hujan

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T tahun dapat ditentukan dengan rumus (SNI 03-342-1994 hal 12 dan 39).

$$X_t = \bar{x} + \frac{Sx}{Sn} (Y_t - Y_n) \quad \dots\dots\dots(2.68)$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad \dots\dots\dots(2.69)$$

Dimana:

$X_t$  = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

Sx = Standard deviasi

X = Tinggi hujan maksimum



$$\bar{x} = \text{Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata}$$

$$= \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.70)$$

Dimana:

$X_i$  = Curah hujan harian maximum (mm)

$n$  = Jumlah tahun curah hujan harian

$Y_t$  =Variasi yang merupakan fungsi periode ulang waktu konsentrasi ( $T_c$ )

**Tabel 2.23. Periode Ulang ( $Y_t$ )**

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber: Tata cara perencanaan drainase jalan SNI 03-3424-1994, hal 6.*

$Y_n$  dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini.

**Tabel 2.24. Nilai  $Y_n$**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,532
30	0,5352	0,5371	0,538	0,5388	0,5402	0,5402	0,541
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

*Sumber: Tata cara perencanaan drainase jalan SNI 03-3424-1994*

Nilai Sn dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini.

**Tabel 2.25. Nilai Sn**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,148	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,169	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,198
90	0,2007	1,2013	1,202	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber: Tata cara perencanaan drainase jalan SNI 03-3424-1994

## 2.5.2. Perencanaan Saluran Drainase

### a. Kemiringan Melintang Daerah Pengaliran (s)

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun *drainase* dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan jalan.

**Tabel 2.26. Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan**

No.	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal
1.	Beraspal, beton	2%-3%
2.	Japat dan Tanah	4%-6%
3.	Kerikil	3%-6%
4.	Tanah	4%-6%

Sumber: Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03-3424-1994, hal 5.

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat di Tabel 2.27.

**Tabel 2.27. Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material**

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0-5
Kerikil	5-7,5
Pasangan	7,5

*Sumber: Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03-3424-1994, hal 7.*

b. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

Adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran, dan kondisi permukaan saluran. dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots(2.71)$$

Dimana:

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3.28 \times L_o \frac{n_d}{\sqrt{s}} \right) \quad \dots\dots\dots(2.72)$$

$$t_2 = \frac{L}{60V} \quad \dots\dots\dots(2.73)$$

Dimana:

$T_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

$T_1$  = Waktu inet (menit)

$T_2$  = Waktu aliran (menit)

$L_o$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

$L$  = Panjang Saluran(m)

$N_d$  = Koefesien hambatan

$S$  = Kemiringan daerah pengaliran

$V$  = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

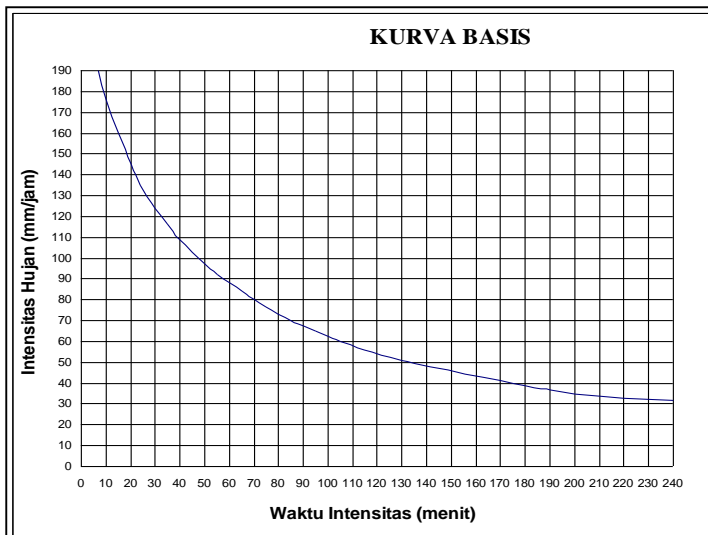
**Tabel 2.28. Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan**

<b>No.</b>	<b>Kondisi Lapis Permukaan</b>	<b>nd</b>
1.	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2.	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3.	Permukaan licin dan kokoh	0,10
4.	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5.	Padang rumput dan rerumputan	0,40
6.	Hutan gundul	0,60
7.	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput	0,80

*Sumber: Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03-3424-1994, hal 16.*

c. Intensitas Hujan Rencana (I)

Untuk menentukan Intensitas hujan rencana digunakan kurva basis. Dimana harga I diperoleh dengan cara memplotkan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) pada kurva basis



**Gambar 2.10. Kurva Basis**

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994*

d. Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots (2.74)$$

Dimana:

$C_1, C_2, C_3$  = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

$A_1, A_2, A_3$  = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

**Tabel 2.29. Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran (C)**

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Kofisien Pengaliran (C)
1.	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan: - Tanah berbutir halus - Tanah berbutir kasar - Batuan masif keras - Batuan masif lunak	0,40 – 0,65 0,10 – 0,20 0,70 – 0,85 0,60 – 0,75
4.	Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
5.	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6.	Daerah industri	0,60 – 0,90
7.	Pemukiman padat	0,40 – 0,60
8.	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9.	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10.	Persawahan	0,45 – 0,60
11.	Perbukitan	0,70 – 0,80
12.	Pegunungan	0,75 – 0,90

*Sumber: Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03-3424-1994, hal 18.*

e. Debit Aliran (Q)

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi.dari keseluruhan analisa hidrologi di atas,maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA \dots\dots\dots(2.75)$$

Dimana:

Q = Debit air (m/detik)

C = Koefesien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

## f. Luas Penampang Basah

Merupakan penampang untuk debit aliran yang akan ditampung, dengan menggunakan rumus di bawah:

$$Fd = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.76)$$

F = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

## g. Dimensi Saluran

Saluran tepi diperhitungkan guna menampung dan mengalirkan air hujan yang berasal dari perkerasan, bahu jalan serta daerah pengawasan jalan. Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan tanah dasar, kecepatan aliran serta dalam/dangkalnya kedudukan air tanah. Bentuknya pun beragam, tergantung pada kondisi lapangan. Bentuk saluran tepi berbentuk trapesium banyak digunakan karena nilai harga yang ekonomis dan dapat menampung debit aliran yang besar. Rumus dalam perencanaan saluran tepi trapesium antara lain:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.77)$$

$$W = \sqrt{0.5 \times d} \dots\dots\dots(2.78)$$

$$P = b + 2d \dots\dots\dots(2.79)$$

$$R = \frac{Fd}{P} \dots\dots\dots(2.80)$$

Dimana:

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan aliran yang diijinkan (m/detik)

w = tinggi jagaan (m)

P = Keliling penampang basah (m)

B = Lebar saluran (m)

d = Dalam satuan tergenang (m)

m = Perbandingan kemiringan talud

R = Jari-jari hidrolis (m)

## h. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.81)$$

Dimana:

i = Kemiringan Saluran

$t_0$  = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

$t_1$  = Tinggi tanah di bagian rendah (m)

L = Panjang saluran (m)

## i. Kecepatan Aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \quad \dots\dots\dots(2.82)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

R = Jari-jari (m)

i = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran

Fd = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

P = Keliling basah (m)

## j. Gorong-Gorong

Ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari selokan samping dan membuangnya.

$$\emptyset = 4,5 \text{ radial} \quad \dots\dots\dots(2.83)$$

$$d = 0,80 D \quad \dots\dots\dots(2.84)$$

$$F = 1/8 (\emptyset - \sin \emptyset) D^2 \quad \dots\dots\dots(2.85)$$

$$P = 2r \quad \dots\dots\dots(2.86)$$

Dimana:

$\emptyset$  = Besarnya sudut dalam radial

d = Tinggi selokan yang tergenang air (m)

r = Jari-jari lingkaran (m)

R = Jari-jari hidrolik



## 2.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya merupakan taksiran biaya yang diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi. Perhitungan rencana anggaran biaya pada Tugas Akhir Terapan ini mengacu pada HSPK setempat. Volume pada tiap komponen gambar detail akan dihitung agar dapat menentukan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan Tugas Akhir ini. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RAB = \sum (Volume \times Harga Satuan Pekerjaan) \dots\dots\dots(2.87)$$

Dimana:

Volume Pekerjaan = Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam suatu satuan. Untuk menghitung volume pekerjaan dapat dihitung dengan melihat pada gambar *design* baik *long section* ataupun *cross section*.

Harga Satuan Pekerjaan = Harga satuan pekerjaan merupakan hasil dari perhitungan bagian penunjang dari suatu pekerjaan antara lain bahan, peralatan, upah, tenaga kerja dan sebagainya yang dikalikan dengan koefisien pekerjaan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Metodologi adalah cara dan urutan kerja dalam kegiatan peningkatan jalan yang akan dilakukan untuk tercapainya tujuan yang diinginkan. Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan proposal Tugas Akhir Terapan ini adalah sebagai berikut:

#### **3.1. Tahap Persiapan**

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan meliputi:

- a. Membuat surat pengantar dari Kaprodi sebagai syarat untuk meminta data pada beberapa instansi terkait.
- b. Mencari informasi dan mengumpulkan data-data yang diperlukan dari instansi yang terkait, antara lain Dinas Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional.
- c. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan.

#### **3.2. Pengumpulan Data**

Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan didapat dari instansi-instansi yang terkait, data-data tersebut antara lain:

- a. Peta lokasi proyek
- b. LHR
- c. Data Bankelman Beam
- d. Data CBR tanah dasar
- e. Data curah hujan

#### **3.3. Survei Lokasi**

Survei lokasi proyek bertujuan untuk mengetahui langsung kondisi di area proyek agar mengerti langsung gambaran proyek yang akan dikerjakan. Mengetahui kondisi lokasi suatu proyek yang

diperlukan untuk data perhitungan perencanaan (data primer). Dari hasil survei didapatkan data berupa gambar kondisi lokasi suatu proyek.

### **3.4. Pengolahan Data**

#### **a. Pengolahan data lalu lintas**

Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dianalisa untuk menghitung tebal perkerasan jalan diperlukan data-data beban kendaraan, yaitu: beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas dan konfigurasi roda.

#### **b. Pengolahan data Bankelman Beam**

Data Bankelman Beam berupa data lendutan yang digunakan sebagai pengukur penilaian struktur performa perkerasan dan perencanaan *overlay*.

#### **c. Pengolahan data hujan**

Digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu *Catchment Area*, dimana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi proyek.

### **3.5. Perencanaan Analisa Kebutuhan pelebaran Jalan**

Data-data yang perlu dianalisis antara lain :

#### **a. Analisa Kapasitas**

Untuk melakukan tahap perhitungan kapasitas jalan digunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Adapun pokok bahasan yang digunakan adalah analisa ruas jalan luar kota. Pada analisa tersebut hasil yang diperoleh adalah derajat kejenuhan.

#### **b. Perhitungan Derajat Kejenuhan**

Derajat kejenuhan adalah ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Derajat

kejenuhan ini diberi batasan  $\leq 0.75$  (dalam kota), apabila melebihi maka dianggap jalan tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas sehingga rencana jalan perlu diperlebar.

c. Kontrol Geometrik

Pada tahap ini sebagian besar perencanaan mengacu pada peta lokasi studi. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah:

1. Alinemen horizontal

Tahap perhitungan alinemen horizontal dilakukan setelah trase sudah terpilih. Adapun cara perhitungan alinemen horizontal telah dijelaskan pada subbab 2.3.1.

2. Alinemen vertikal

Alinemen vertikal direncanakan untuk memperkecil jumlah timbunan atau galian. Perencanaan alinemen vertikal ini mengacu pada potongan memanjang jalan. Adapun cara perhitungan alinemen horizontal telah dijelaskan pada subbab 2.3.2.

### **3.6. Perencanaan Tebal Lapisan Tambahan (*Overlay*)**

- a. Perhitungan faktor umur rencana
- b. Menghitung lendutan balik yang diijinkan
- c. Menghitung kebutuhan tebal lapis tambah.

### **3.7. Perencanaan Drainase**

Proses analisa perhitungan perencanaan drainase mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI No. 03-3424-1994). Data yang digunakan untuk drainase tersebut adalah data curah hujan.

### **3.8. Gambar Rencana**

Setelah perencanaan hal-hal diatas maka dilakukan penggambaran rencana sesuai perhitungan yang telah dilakukani. Gambar rencana tersebut antara lain:

- a. Gambar memanjang dan melintang jalan
- b. Gambar perencanaan tebal perkerasan jalan dan drainase

### **3.9. Metode Pelaksanaan *Flexible Pavement***

Metode pelaksanaan akan menguraikan prosedur pelaksanaan perkerasan jalan aspal dimulai dari pelaksanaan persiapan, penghamparan, dan pemadatan

### **3.10. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Perencanaan RAB ini mengacu pada HSPK wilayah Jawa Timur. Perhitungan ini didasarkan pada volume masing-masing material yang digunakan untuk pelaksanaan rencana jalan.

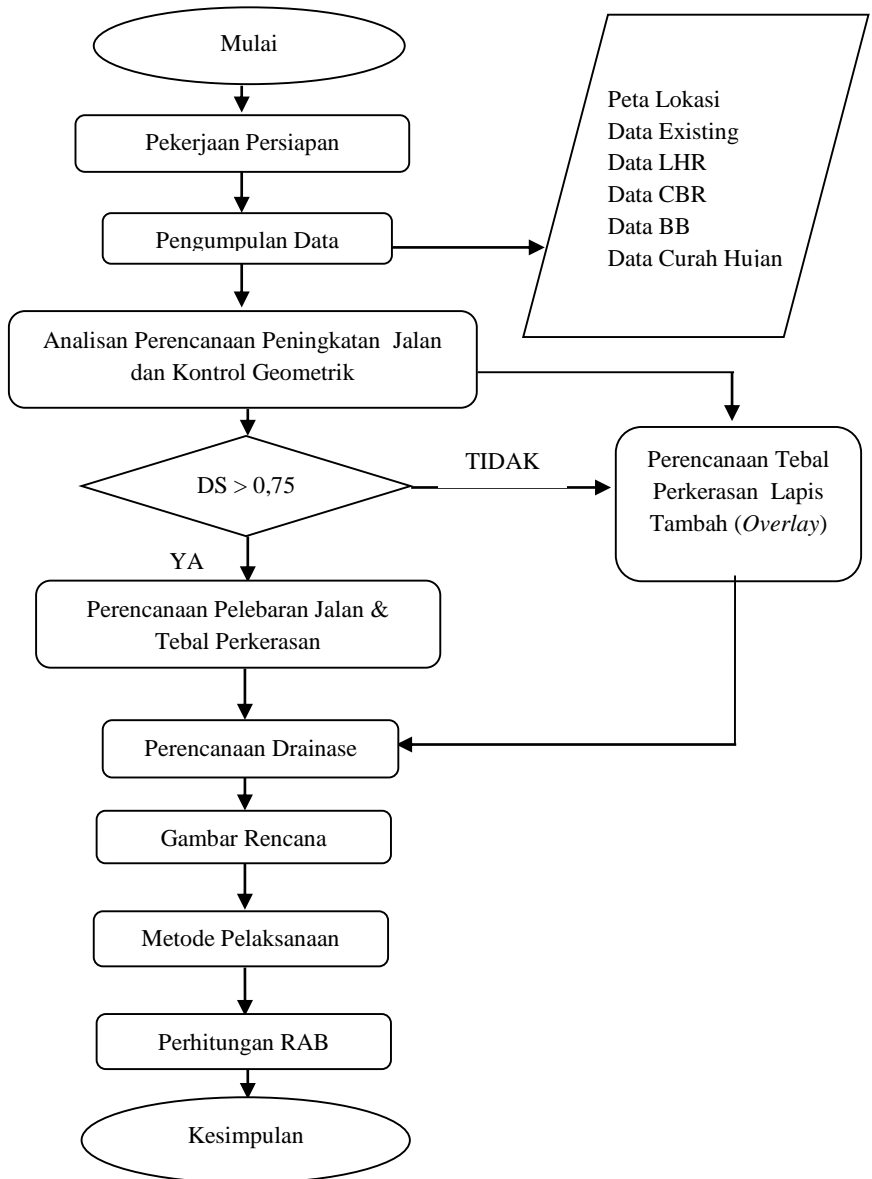
### **3.11. Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini adalah penutup dari Tugas Akhir Terapan peningkatan jalan ini. Di dalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terelisasikannya apa yang telah direncanakan sesuai dengan apa yang telah diperhitungkan dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas pada jalur selatan.

Untuk mempermudah proses pengerjaan, maka metodologi disusun membentuk suatu *flowchart*/bagan metodologi. Dapat kita lihat pada point 3.12. di bawah ini.

### 3.12. Bagan Metodologi

Sistematika metodologi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1. Umum**

Perencanaan peningkatan jalan ruas Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 mengacu pada kondisi jalan yang ada. Sebelum pelaksanaan proyek peningkatan jalan dimulai pada tahun 2011, data-data tentang kondisi jalan didapat dari hasil survey pihak perencana. Sebelum merencanakan suatu proyek peningkatan jalan, terlebih dahulu harus dilakukan survey kondisi jalan sebagai acuan perencanaan bisa berupa data primer dan data sekunder. Pengertian data primer dan data sekunder adalah sebagai berikut:

- a. Data primer : Data yang didapatkan melalui survey atau riset yang dilakukan sendiri.
- b. Data sekunder : Data yang didapatkan melalui tangan kedua atau ketiga, dalam hal ini adalah data yang diberikan surveyor atau kontraktor dan konsultan yang bersangkutan.

Untuk mendukung perencanaan peningkatan jalan menggunakan perkerasan lentur, maka diperlukan data-data sebagai berikut:

- a. Peta Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data Curah Hujan
- d. Data Bankelman Beam
- e. Data Lalu Lintas (LHR)
- f. Data Foto Kondisi Existing Jalan
- g. Gambar Memanjang dan Melintang Jalan

#### **4.2. Pengumpulan Data**

##### **4.2.1. Peta Lokasi**

Jalan yang akan ditingkatkan adalah termasuk dalam jalan Trenggalek-Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur tepatnya yaitu STA 3+350 – STA 8+350. Lokasi jalan tersebut ditunjukkan oleh peta berikut ini:





**Gambar 4.1. Peta Lokasi Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan  
STA 3+350 – STA 8+350**

*Sumber: Google Maps*

#### 4.2.2. Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan seperti: lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan super elevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat-syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Berdasarkan data dari pihak perencana, diketahui kriteria geometrik jalan sebagai berikut:

**Tabel 4.1. Kriteria Desain Geometrik**

No.	Uraian	Satuan	Tipe
1.	Fungsi jalan		Kolektor
2.	Tipe jalan		IIIB
3.	Tipe medan		Perbukitan
4.	Kecepatan rencana (V)	km/jam	40
5.	Lebar perkerasan	m	2 x 3
6.	Superelevasi maks (e)	%	10
7.	Jari-jari lengkung minim (R)	m	50
8.	Kelandaian maksimum	%	10

*Sumber: Dinas Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Surabaya*

#### 4.2.3. Data Lendutan Bankelman Beam

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan sisa dari perkerasan jalan eksisting. Hasil dari analisis data tersebut kemudian digabungkan dengan hasil analisa lalu lintas yang ditunjukkan dari nilai CESA digunakan dalam perencanaan tebal lapisan tambahan (*overlay*). Adapun data lendutan oleh alat *Bankelman Beam* seperti ditampilkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2. Data Lendutan dengan Alat BB**

n	STA	Lendutan Balik/BB			Temperatur °C				
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	T <sub>u</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>L</sub>
1	0+000	0	36,00	40,00	35	37	40,6	35,8	37,80
2	0+000	0	38,00	42,00	35	37	40,6	35,8	37,80
3	0+100	0	13,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23
4	0+100	0	12,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23
5	0+200	0	16,00	32,00	38	39	43,4	38,3	40,23
6	0+200	0	13,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23
7	0+300	0	10,00	23,00	40	42	46,2	40,7	42,97
8	0+300	0	20,00	35,00	38	39	43,4	38,3	40,23
9	0+400	0	37,00	51,00	38	39	43,4	38,3	40,23
10	0+400	0	35,00	46,00	38	39	43,4	38,3	40,23
11	0+500	0	22,00	36,00	38	39	43,4	38,3	40,23
12	0+500	0	24,00	35,00	39	40	44,5	39,2	41,23
13	0+600	0	17,00	31,00	39	40	44,5	39,2	41,23
14	0+600	0	18,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23
15	0+700	0	15,00	26,00	38	39	43,4	38,3	40,23
16	0+700	0	13,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23
17	0+800	0	12,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23
18	0+800	0	14,00	36,00	36	37	41,2	36,3	38,17
19	0+850	0	10,00	28,00	36	37	41,2	36,3	38,17
20	0+850	0	8,00	31,00	36	37	41,2	36,3	38,17
21	0+900	0	12,00	29,00	36	37	41,2	36,3	38,17
22	0+900	0	13,00	31,00	36	37	41,2	36,3	38,17
23	1+025	0	10,00	28,00	37	38	42,3	37,3	39,20
24	1+025	0	13,00	30,00	37	38	42,3	37,3	39,20
25	1+125	0	9,00	30,00	39	40	44,5	39,2	41,23
26	1+125	0	16,00	39,00	39	40	44,5	39,2	41,23
27	1+200	0	14,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23

28	1+200	0	15,00	35,00	38	39	43,4	38,3	40,23
29	1+325	0	18,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23
30	1+325	0	15,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23
31	1+450	0	18,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23
32	1+450	0	15,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23
33	1+525	0	17,00	28,00	38	39	43,4	38,3	40,23
34	1+525	0	14,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23
35	1+650	0	14,00	31,00	38	39	43,4	38,3	40,23
36	1+650	0	11,00	28,00	38	39	43,4	38,3	40,23
37	1+750	0	13,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23
38	1+750	0	15,00	27,00	38	39	43,4	38,3	40,23
39	1+800	0	12,00	31,00	38	39	43,4	38,3	40,23
40	1+800	0	8,00	23,00	38	39	43,4	38,3	40,23
41	1+900	0	10,00	22,00	38	39	43,4	38,3	40,23
42	1+900	0	5,00	19,00	38	39	43,4	38,3	40,23
43	2+000	0	22,00	37,00	38	39	43,4	38,3	40,23
44	2+000	0	18,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23

*Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*

#### **4.2.4. Data Curah Hujan**

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi sistem drainase.

Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir sebagai mana terlihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3. Data Curah Hujan**

<b>No.</b>	<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Terbesar Curah Hujan Rata-rata Max</b>
1	2007	170
2	2008	110
3	2009	107
4	2010	140
5	2011	146
6	2012	86
7	2013	80
8	2014	137
9	2015	99
10	2016	134

*Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur*

#### **4.2.5. Data Lalu Lintas (LHR)**

Data Lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata-rata pertahun sampai umur rencana. Selain itu digunakan juga untuk merencanakan tebal lapis perkerasan pelebaran jalan dan lapis ulang. Adapun data lalu lintas pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan seperti terlihat pada Tabel 4.4. berikut.

**Tabel 4.4. Data Pertumbuhan Lalu Lintas**

<b>No.</b>	<b>Jenis</b>	<b>Tahun</b>				
	<b>Kendaraan</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
1.	Sepeda Motor	153693	157074	180393	206805	229857
2.	Mobil Penumpang	6802	7511	8983	10395	12080
3.	Mobil Barang/ Truk	4454	4805	5384	6051	6944
4.	Bus	351	352	400	438	484

*Sumber: Kantor Dinas Pendapatan Trenggalek*

### 4.3. Pengolahan Data

Setelah memperoleh data-data di atas, maka perlu dilakukan pengolahan data untuk menentukan parameter-parameter yang ditentukan.

#### 4.3.1. Data lalu lintas

Data jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2011 sampai tahun 2015 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan. Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas, dipergunakan program Ms. Excel untuk memperoleh rumus pertumbuhan dari regresi yang dilakukan. Kemudian diolah lagi kedalam program Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata-rata. Berikut langkah-langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan:

- Mencari grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program excel.
- Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan ditiap-tiap tahun untuk umur rencana 10 tahun mendatang.
- Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus:

$$X_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow X_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat diperoleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus:

$$i = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

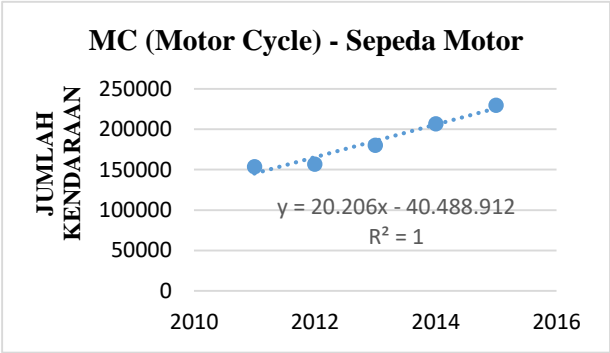
- Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) diubah kedalam bentuk persen (%).

Berikut adalah analisa pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan :

a. Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor (MC)

Tabel 4.5. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (MC)

SEPEDA MOTOR (MC)					
Tahun	y	R	Pers. Regresi	i (%)	(i) Rata-Rata
2011	153693	1	-	-	5,67
2012	157074		-	2,20	
2013	180393		-	14,85	
2014	206805		-	14,64	
2015	229857		-	11,15	
2016			246384	7,19	
2017			266590	8,20	
2018			286796	7,58	
2019			307002	7,05	
2020			327208	6,58	
2021			347414	6,18	
2022			367620	5,82	
2023			387826	5,50	
2024			408032	5,21	
2025			428238	4,95	
2026			448444	4,72	
2027			468650	4,51	
2028			488856	4,31	



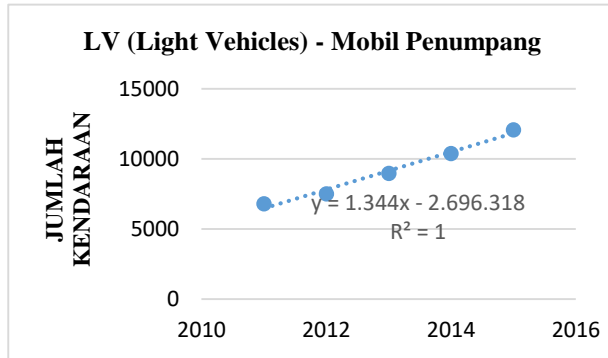
Grafik 4.1. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

Dari Grafik 4.1. diperoleh  $R^2 = 1$ , dimana  $R^2$  adalah koefisien determinasi berganda yang digunakan untuk mengukur kontribusi seluruh variabel ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) terhadap variabel terikat ( $y$ ), sehingga dapat diperoleh persamaan regresinya dan angka pertumbuhan lalu lintas rata-rata sebesar 5,67%.

b. Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang (LV)

**Tabel 4.6. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang (LV)**

MOBIL PENUMPANG (LV)					
Tahun	y	R	Pers. Regresi	i (%)	(i) Rata-Rata
2011	6802	1	-	-	6,60
2012	7511		-	10,42	
2013	8983		-	19,60	
2014	10395		-	15,72	
2015	12080		-	16,21	
2016			13186	9,16	
2017			14530	10,19	
2018			15874	9,25	
2019			17218	8,47	
2020			18562	7,81	
2021			19906	7,24	
2022			21250	6,75	
2023			22594	6,32	
2024			23938	5,95	
2025			25282	5,61	
2026			26626	5,32	
2027			27970	5,05	
2028			29314	4,81	



**Grafik 4.2. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang**

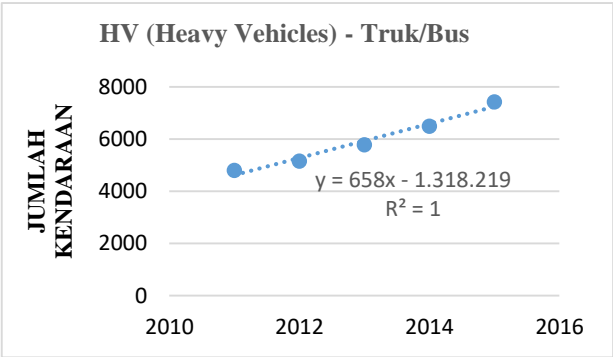
Dari Grafik 4.2. diperoleh  $R^2 = 1$ , dimana  $R^2$  adalah koefisien determinasi berganda yang digunakan untuk mengukur kontribusi seluruh variabel ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) terhadap variabel terikat ( $y$ ), sehingga dapat diperoleh persamaan regresinya dan angka pertumbuhan lalu lintas rata-rata sebesar 6,60%.



c. Pertumbuhan Lalu Lintas Truk/Bus (HV)

Tabel 4.7. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk/Bus (HV)

TRUK/BUS (HV)					
Tahun	y	R	Pers. Regresi	i (%)	(i) Rata-Rata
2011	4805	1	-	-	5,53
2012	5157		-	7,33	
2013	5784		-	12,16	
2014	6489		-	12,19	
2015	7428		-	14,47	
2016			8309	11,86	
2017			8967	7,92	
2018			9625	7,34	
2019			10283	6,84	
2020			10941	6,40	
2021			11599	6,01	
2022			12257	5,67	
2023			12915	5,37	
2024			13573	5,09	
2025			14231	4,85	
2026			14889	4,62	
2027			15547	4,42	
2028			16205	4,23	



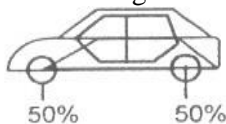
Grafik 4.3. Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk/Bus

Dari Grafik 4.3. diperoleh  $R^2 = 1$ , dimana  $R^2$  adalah koefisien determinasi berganda yang digunakan untuk mengukur kontribusi seluruh variabel ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) terhadap variabel terikat ( $y$ ), sehingga dapat diperoleh persamaan regresinya dan angka pertumbuhan lalu lintas rata-rata sebesar 6,53%.

#### 4.3.2. Data Survey Muatan Kendaraan Maksimum

Dalam menentukan distribusi beban sumbu pada jenis-jenis kendaraan maka dipergunakan Tabel 2.19 dan untuk angka ekivalen tiap-tiap jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.20. Apabila angka ekivalen tidak terdapat dalam tabel maka dipergunakan rumus yang terdapat pada Rumus 2.47. Berikut adalah perhitungan distribusi beban sumbu dan angka ekivalen pada tiap-tiap jenis kendaraan.

- a. Kendaraan Penumpang, Sedan, Jeep, dan Station Wagon  
Sesuai Tabel 2.20 kendaraan penumpang mempunyai berat maksimum 2000 kg = 2 ton, dan distribusi beban sumbu adalah sebagai berikut:



$$\text{Beban sumbu depan} = 50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

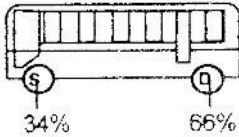
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,0002$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = \left[ \frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,0002$$

$$E \text{ total kendaraan penumpang} = 0,0004$$

- b. Kendaraan Bus Kecil

Sesuai Tabel 2.20 kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 9000 kg = 9 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 9 \text{ ton} = 3,06 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 9 \text{ ton} = 5,94 \text{ ton}$$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

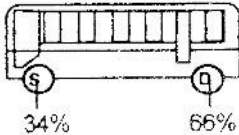
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{3060}{8160} \right]^4 = 0,0198$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = \left[ \frac{5940}{8160} \right]^4 = 0,2808$$

$$E \text{ total bus kecil} = 0,3006$$

c. Kendaraan Bus Besar

Sesuai Tabel 2.20 muatan kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 14300 kg = 14,3 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 14,3 \text{ ton} = 4,862 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 14,3 \text{ ton} = 9,438 \text{ ton}$$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

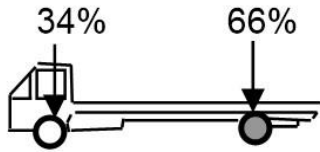
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{4862}{8160} \right]^4 = 0,126$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = \left[ \frac{9438}{8160} \right]^4 = 1,79$$

$$E \text{ total bus kecil} = 1,916$$

d. Kendaraan Truck 2 As

Sesuai Tabel 2.20 kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum 18200 kg = 18,2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan =  $34\% \times 18,2 \text{ ton} = 6,19 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang =  $66\% \times 18,2 \text{ ton} = 12,01 \text{ ton}$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

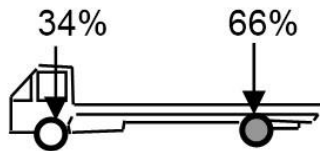
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{6190}{8160} \right]^4 = 0,3307$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = \left[ \frac{12010}{8160} \right]^4 = 4,6957$$

$$E \text{ total truck 2 as} = 5,0264$$

e. Kendaraan Truck 2 As  $\frac{3}{4}$

Sesuai tabel 2.20 kendaraan truck 2 as  $\frac{3}{4}$  mempunyai berat maksimum 8300 kg = 8,3 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan =  $34\% \times 8,3 \text{ ton} = 2,822 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang =  $66\% \times 8,3 \text{ ton} = 5,478 \text{ ton}$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

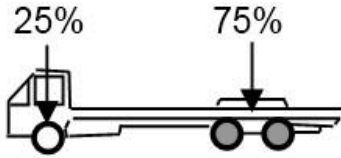
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{2822}{8160} \right]^4 = 0,0143$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = \left[ \frac{5478}{8160} \right]^4 = 0,2031$$

$$E \text{ total truck 2 as } \frac{3}{4} = 0,2174$$

f. Kendaraan Truck 3 As

Sesuai Tabel 2.20 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 25000 kg = 25 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 25% x 25 ton = 6,25 ton

Beban sumbu belakang = 75% x 25 ton = 18,75 ton

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

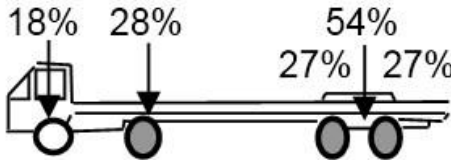
$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{6250}{8160} \right]^4 = 0,3442$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{18750}{8160} \right]^4 = 2,3974$$

$$E \text{ total truck 3 as} = 2,7416$$

g. Kendaraan Truck Tangki Gandeng

Sesuai Tabel 2.20 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 31400 kg = 31,4 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 18% x 31,4 ton = 5,652 ton

Beban sumbu tengah = 28% x 31,4 ton = 8,792 ton

Beban sumbu tengah = 27% x 31,4 ton = 8,478 ton

Beban sumbu belakang = 27% x 31,4 ton = 8,478 ton

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekivalen:

$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{5652}{8160} \right]^4 = 0,2302$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{8792}{8160} \right]^4 = 0,1159$$

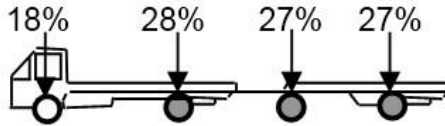
$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{8478}{8160} \right]^4 = 0,1002$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{8478}{8160} \right]^4 = 0,1002$$

$$E \text{ total truck tangki gandeng} = 0,5465$$

h. Kendaraan Truck Semi Trailer/Trailer

Sesuai Tabel 2.20 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 42000 kg = 42 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan =  $18\% \times 42 \text{ ton} = 7,56 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah =  $28\% \times 42 \text{ ton} = 11,76 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang =  $27\% \times 42 \text{ ton} = 11,34 \text{ ton}$

Sesuai dengan Rumus 2.47 didapat angka ekuivalen:

$$E \text{ sumbu depan tunggal} = \left[ \frac{7560}{8160} \right]^4 = 0,7368$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{1176}{8160} \right]^4 = 0,3710$$

$$E \text{ sumbu belakang tunggal} = 0,086 \times \left[ \frac{2268}{8160} \right]^4 = 5,1323$$

$$E \text{ total truck tangki gandeng} = 6,2401$$

### 4.3.3. Data Bankelman Beam

Tabel 4.8. Nilai Lendutan Bankelman Beam Terkoreksi (dB)

n	STA	Lendutan Balik/BB			Temperatur °C					Koreksi Pada Temperatur Standar (Ft)	Koreksi Musim (Ca)	Koreksi Beban (FKB-BB)	Lendutan Terkoreksi dB	dB <sup>2</sup>
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	T <sub>u</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>L</sub>					
1	0+000	0	36,00	40,00	35	37	40,6	35,8	37,80	0,97	1,20	0,990	0,92	0,85
2	0+000	0	38,00	42,00	35	37	40,6	35,8	37,80	0,97	1,20	0,990	0,97	0,94
3	0+100	0	13,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,74	0,55
4	0+100	0	12,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,67	0,45
5	0+200	0	16,00	32,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,72	0,52
6	0+200	0	13,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,65	0,42
7	0+300	0	10,00	23,00	40	42	46,2	40,7	42,97	0,92	1,20	0,990	0,50	0,25
8	0+300	0	20,00	35,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,79	0,62
9	0+400	0	37,00	51,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	1,15	1,31
10	0+400	0	35,00	46,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	1,03	1,07
11	0+500	0	22,00	36,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,81	0,65
12	0+500	0	24,00	35,00	39	40	44,5	39,2	41,23	0,94	1,20	0,990	0,78	0,61
13	0+600	0	17,00	31,00	39	40	44,5	39,2	41,23	0,94	1,20	0,990	0,69	0,48
14	0+600	0	18,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,74	0,55
15	0+700	0	15,00	26,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,58	0,34
16	0+700	0	13,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,76	0,58
17	0+800	0	12,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,74	0,55
18	0+800	0	14,00	36,00	36	37	41,2	36,3	38,17	0,97	1,20	0,990	0,83	0,68
19	0+850	0	10,00	28,00	36	37	41,2	36,3	38,17	0,97	1,20	0,990	0,64	0,41
20	0+850	0	8,00	31,00	36	37	41,2	36,3	38,17	0,97	1,20	0,990	0,71	0,51
21	0+900	0	12,00	29,00	36	37	41,2	36,3	38,17	0,97	1,20	0,990	0,67	0,44
22	0+900	0	13,00	31,00	36	37	41,2	36,3	38,17	0,97	1,20	0,990	0,71	0,51
23	1+025	0	10,00	28,00	37	38	42,3	37,3	39,20	0,96	1,20	0,990	0,64	0,40

24	1+025	0	13,00	30,00	37	38	42,3	37,3	39,20	0,96	1,20	0,990	0,68	0,46	
25	1+125	0	9,00	30,00	39	40	44,5	39,2	41,23	0,94	1,20	0,990	0,67	0,45	
26	1+125	0	16,00	39,00	39	40	44,5	39,2	41,23	0,94	1,20	0,990	0,87	0,75	
27	1+200	0	14,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,65	0,42	
28	1+200	0	15,00	35,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,79	0,62	
29	1+325	0	18,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,76	0,58	
30	1+325	0	15,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,67	0,45	
31	1+450	0	18,00	34,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,76	0,58	
32	1+450	0	15,00	33,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,74	0,55	
33	1+525	0	17,00	28,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,63	0,40	
34	1+525	0	14,00	30,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,67	0,45	
35	1+650	0	14,00	31,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,70	0,48	
36	1+650	0	11,00	28,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,63	0,40	
37	1+750	0	13,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,65	0,42	
38	1+750	0	15,00	27,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,61	0,37	
39	1+800	0	12,00	31,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	2,20	0,990	1,28	1,63	
40	1+800	0	8,00	23,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	3,20	0,990	1,38	1,90	
41	1+900	0	10,00	22,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,49	0,24	
42	1+900	0	5,00	19,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,43	0,18	
43	2+000	0	22,00	37,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,83	0,69	
44	2+000	0	18,00	29,00	38	39	43,4	38,3	40,23	0,95	1,20	0,990	0,65	0,42	
												Jumlah	32,98	26,15	
Keterangan:												Jumlah Titik (n)		44	
	Data Surveyor											Lendutan Rata-Rata (dR)		0,75	
	Hasil Perhitungan											Deviasi Standar (S)		0,438	



- a. Menghitung faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35°C (Ft)

$$\begin{aligned} Ft &= 4,184 \times T_L^{-0,4025} \dots\dots\dots(2.51) \\ &= 4,184 \times 37,80^{-0,4025}(\text{Tabel 4.8}) \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

- b. Faktor pengaruh muka air/faktor musim (Ca) menggunakan nilai 1,20, karena dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah.

- c. Menghitung faktor koreksi beban uji *Bankelman Beam* (FK<sub>B-BB</sub>)

$$\begin{aligned} FK_{B-BB} &= 77,343 \times (\text{beban uji dalam ton})^{-2,0715} \dots\dots\dots(2.54) \\ &= 77,343 \times 8,2^{-2,0715}(\text{Hal. 29}) \\ &= 0,990 \end{aligned}$$

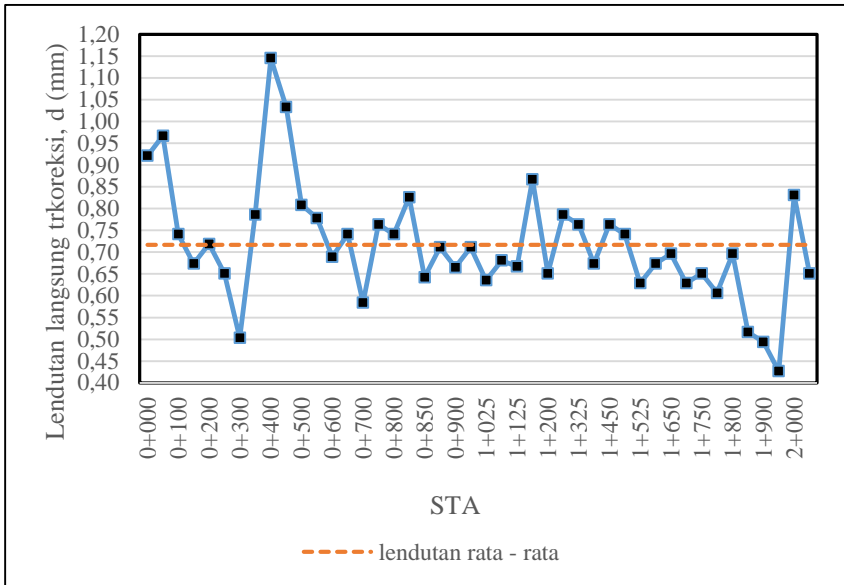
- d. Menghitung lendutan hasil pengujian Bankelman Beam (d<sub>B</sub>)

$$\begin{aligned} d_B &= 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \dots\dots\dots(2.50) \\ &= 2 \times 40,00 - 0 \times 0,97 \times 1,20 \times 0,990 \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_B^2 &= 0,92 \times 0,92 \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

- e. Keseragaman lendutan

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.8 maka sebagai gambaran tentang tingkat keseragaman lendutan yang sudah dikoreksi dapat dilihat pada Grafik 4.5.



**Grafik 4.4. Lendutan BB Terkoreksi**

#### 4.3.4. Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi sistem drainase. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir. Berikut adalah tahapan mencari intensitas hujan.

- Perhitungan analisa frekuensi curah hujan

**Tabel 4.9. Perhitungan Frekuensi Curah Hujan**

No.	Tahun	Jumlah Terbesar Curah Hujan Rata-rata Max	Deviasi Xi-X'	$(Xi-X')^2$
1.	2007	170	49,1	2410,81
2.	2008	110	-10,9	118,81
3.	2009	107	-13,9	193,21

4.	2010	140	19,1	364,81
5.	2011	146	25,1	630,01
6.	2012	86	-34,9	1218,01
7.	2013	80	-40,9	1672,81
8.	2014	137	16,1	259,21
9.	2015	99	-21,9	479,61
10.	2016	134	13,1	171,61
Jumlah	10	1209		7518,9
	Rata-Rata	120,9		

- b. Menghitung tinggi hujan maksimum rata-rata

$$X_{rata-rata} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1209}{10} = 120,9 \quad \dots\dots\dots(2.70)$$

- c. Menghitung standar deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{rata-rata})^2}{n}} \quad \dots\dots\dots(2.67)$$

$$= \sqrt{\frac{7518,9}{10}}$$

$$= 27,4206$$

- d. Menghitung intensitas hujan

Periode ulang (T) = 5 tahun, dan n = 10, maka didapat:

Dari Tabel 2.15  $Y_t = 1.4999$

Dari Tabel 2.16  $Y_n = 0.4952$

Dari Tabel 2.17  $S_n = 0.9496$

- e. Menentukan nilai  $X_t$

$$X_t = X_{rata-rata} + \frac{S_x}{S_n}(Y_t - Y_n) \quad \dots\dots\dots(2.68)$$

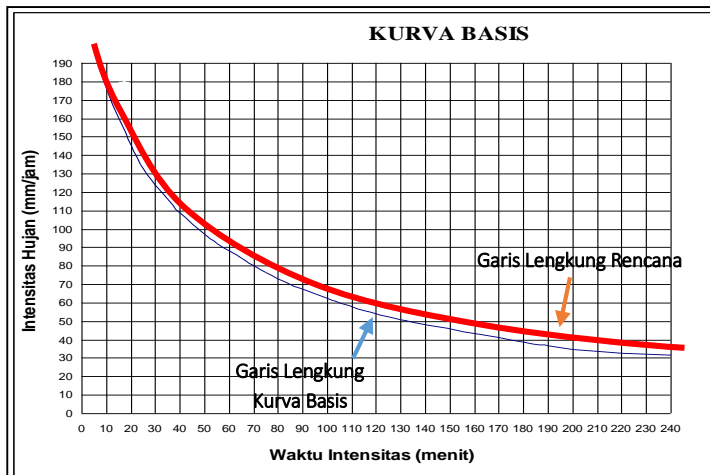
$$= 120,9 + \frac{27,4206}{0,9496}(1,4999 - 0,4952)$$

$$= 149,9117 \text{ mm}$$

Bila curah hujan Efektif dianggap memiliki penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat dari persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{90\% \times Xt}{4} \dots\dots\dots(2.69) \\
 &= \frac{90\% \times 149,117}{4} \\
 &= 33,73013 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

- f. Harga  $I = 33,73 \text{ mm/jam}$ , diplotkan di kurva basis untuk menentukan garis lengkung intensitas hujan rencana.



**Grafik 4.5. Kurva Basis**

*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1. Analisa Kapasitas Jalan Eksisting**

Analisa kapasitas jalan dilakukan untuk mengetahui derajat kejenuhan sebagai dasar perencanaan peningkatan jalan yang akan dilakukan. Dalam analisa kapasitas dibutuhkan hasil perhitungan dari kapasitas dasar ( $C_0$ ), menentukan faktor penyesuaian akibat jalus lalu lintas ( $FC_w$ ), menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah ( $FC_{sp}$ ) dan menentukan faktor penyesuaian akibat hambatan samping. Dari serangkaian data tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting.

##### **a. Menghitung Kapasitas Dasar ( $C_0$ )**

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan mengetahui dan melihat berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur pada daerah perencanaan. Dari hasil perhitungan dibawah ini, maka ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) adalah BUKIT dengan menggunakan sebagai berikut:

**Tabel 5.1. Penentuan Kemiringan Medan Jalan**

No.	STA	Elevasi		$\Delta H$ Beda Tinggi (m)	i Kemiringan (m)		No.	STA	Elevasi		$\Delta H$ Beda Tinggi (m)	i Kemiringan (m)		No.	STA	Elevasi		$\Delta H$ Beda Tinggi (m)	i Kemiringan (m)
		Kanan	Kiri						Kanan	Kiri						Kanan	Kiri		
1	3+350	66,47	66,33	0,14	1,56		35	5+050	80,12	80,19	0,07	0,78		69	6+750	97,98	98,56	0,58	6,44
2	3+400	66,88	66,79	0,09	1,00		36	5+100	80,43	80,42	0,01	0,11		70	6+800	99,56	99,83	0,27	3,00
3	3+450	67,27	67,24	0,03	0,33		37	5+150	80,71	80,72	0,01	0,11		71	6+850	101,77	101,89	0,12	1,33
4	3+500	67,63	67,69	0,06	0,67		38	5+200	81,28	81,18	0,1	1,11		72	6+900	103,55	103,28	0,27	3,00
5	3+550	68,00	68,12	0,12	1,33		39	5+250	81,83	82,05	0,22	2,44		73	6+950	104,96	104,55	0,41	4,56
6	3+600	68,40	68,51	0,11	1,22		40	5+300	82,22	82,25	0,03	0,33		74	7+000	106,42	106,33	0,09	1,00
7	3+650	68,87	68,92	0,05	0,56		41	5+350	82,53	82,57	0,04	0,44		75	7+050	106,00	105,87	0,13	1,44
8	3+700	69,48	69,61	0,13	1,44		42	5+400	82,75	82,76	0,01	0,11		76	7+100	105,88	105,53	0,35	3,89
9	3+750	70,44	70,60	0,16	1,78		43	5+450	83,03	83,09	0,06	0,67		77	7+150	105,63	104,94	0,69	7,67
10	3+800	71,14	71,42	0,28	3,11		44	5+500	83,84	83,87	0,03	0,33		78	7+200	104,32	104,42	0,1	1,11
11	3+850	72,15	72,21	0,06	0,67		45	5+550	84,20	84,23	0,03	0,33		79	7+250	104,18	104,20	0,02	0,22
12	3+900	72,80	72,57	0,23	2,56		46	5+600	84,54	84,57	0,03	0,33		80	7+300	104,72	104,79	0,07	0,78
13	3+950	71,45	71,15	0,3	3,33		47	5+650	84,79	84,72	0,07	0,78		81	7+350	106,79	106,63	0,16	1,78
14	4+000	70,89	70,80	0,09	1,00		48	5+700	85,59	84,98	0,61	6,78		82	7+400	110,96	109,55	1,41	15,67
15	4+050	68,31	68,29	0,02	0,22		49	5+750	85,83	85,80	0,03	0,33		83	7+450	116,98	116,99	0,01	0,11
16	4+100	68,68	68,65	0,03	0,33		50	5+800	86,28	86,21	0,07	0,78		84	7+500	121,78	120,95	0,83	9,22
17	4+150	69,00	69,10	0,1	1,11		51	5+850	87,45	86,32	1,13	12,56		85	7+550	127,86	126,57	1,29	14,33
18	4+200	66,35	66,83	0,48	5,33		52	5+900	86,95	86,92	0,03	0,33		86	7+600	133,57	132,10	1,47	16,33
19	4+250	68,78	68,77	0,01	0,11		53	5+950	88,19	87,88	0,31	3,44		87	7+650	136,52	135,25	1,27	14,11
20	4+300	70,07	70,03	0,04	0,44		54	6+000	89,19	88,33	0,86	9,56		88	7+700	140,87	139,79	1,08	12,00
21	4+350	70,23	70,25	0,02	0,22		55	6+050	89,12	88,98	0,14	1,56		89	7+750	145,80	144,39	1,41	15,67
22	4+400	70,50	70,52	0,02	0,22		56	6+100	88,75	88,62	0,13	1,44		90	7+800	149,90	148,36	1,54	17,11
23	4+450	69,88	70,72	0,84	9,33		57	6+150	89,42	89,19	0,23	2,56		91	7+850	151,02	149,89	1,13	12,56
24	4+500	69,12	70,02	0,9	10,00		58	6+200	89,53	89,47	0,06	0,67		92	7+900	151,94	151,03	0,91	10,11
25	4+550	71,93	72,41	0,48	5,33		59	6+250	89,42	89,25	0,17	1,89		93	7+950	151,71	151,09	0,62	6,89

26	4+600	74,42	74,51	0,09	1,00		60	6+300	87,63	87,31	0,32	3,56		94	8+000	153,56	152,15	1,41	15,67
27	4+650	75,30	75,42	0,12	1,33		61	6+350	89,25	89,10	0,15	1,67		95	8+050	156,0	156,40	0,4	4,44
28	4+700	76,15	76,22	0,07	0,78		62	6+400	89,68	89,42	0,26	2,89		96	8+100	161,0	159,49	1,51	16,78
29	4+750	76,85	76,94	0,09	1,00		63	6+450	90,91	90,63	0,28	3,11		97	8+150	163,68	163,0	0,68	7,56
30	4+800	77,38	77,40	0,02	0,22		64	6+500	94,53	94,59	0,06	0,67		98	8+200	168,15	167,87	0,28	3,11
31	4+850	77,86	77,84	0,02	0,22		65	6+550	94,47	93,22	1,25	13,89		99	8+250	174,46	172,88	1,58	17,56
32	4+900	78,61	78,43	0,18	2,00		66	6+600	90,87	90,33	0,54	6,00		100	8+300	174,56	174,36	0,2	2,22
33	4+950	79,24	79,15	0,09	1,00		67	6+650	90,57	90,13	0,44	4,89		101	8+350	178,00	177,67	0,33	3,67
34	5+000	79,70	79,64	0,06	0,67		68	6+700	93,94	94,89	0,95	10,56						Rata-Rata	4,06

Dari data di atas didapat nilai rata-rata kemiringan medan 4,06%, maka dari nilai tersebut disimpulkan pada Tabel 5.1. bahwa jenis medan jalan pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 adalah BUKIT.



**Tabel 5.2. Tipe Alinyemen Berdasar Medan Jalan**

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 - 25
3	Pegunungan	G	> 25

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No.038/TBM/1997)

**Tabel 5.3. Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar (Co)**

Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total Dua Arah (smp/jam)
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

Sumber: MKJI 1997 hal. 6-65 Jalan Luar Kota

Kemudian dari Tabel 5.3. kapasitas dasar (Co) pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 D) untuk tipe alinyemen BUKIT diperoleh nilai Co = 3000.

- b. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw) adalah berdasar pada lebar efektif jalur lalu-lintas (Wc) dan tipe jalan. Lebar eksisting ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 adalah 6 m.

**Tabel 5.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lintas (FCw)**

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (Wc) (m)	FCw
	Total kedua arah	
Dua Lajur tak Terbagi (UD2/2)	5	0,69
	6	0,91
	7	1
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

*Sumber: MKJI 1997 hal. 6-66 Jalan Luar Kota*

- c. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan. Dimana ruas jalan Trenggalek - Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 adalah jalan 2 lajur 2/2. Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini.

Arah Trenggalek-Pacitan

$$= \frac{LHR\ 2017\ dari\ Trenggalek\ ke\ Pacitan}{LHR\ 2017\ dari\ dua\ arah} \times 100\%$$

$$= \frac{4438}{8477} \times 100\% = 52,35 \approx 50\%$$

Arah Pacitan-Trenggalek

$$= \frac{LHR\ 2017\ dari\ Pacitan\ ke\ Trenggalek}{LHR\ 2017\ dari\ dua\ arah} \times 100\%$$

$$= \frac{4039}{8477} \times 100\% = 47,65 \approx 50\%$$

**Tabel 5.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)**

Pemisah Arah		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
SP % - %						
FCsp	Dua Lajur 2/2	1,0	0,97	0,91	0,91	0,88
	Empat Lajur 4/2	1,0	0,975	0,925	0,925	0,9

Sumber: MKJI 1997 hal. 6-67 Jalan Luar Kota

- d. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

**Tabel 5.6. Kelas Hambatan Samping**

<b>Kelas Hambatan Samping</b>	<b>Kode</b>	<b>Bobot Frekuensi Dari Kejadian (kedua sisi)</b>	<b>Kondisi Khas</b>
Sangat Rendah	VL	<50	Pedesaan: pertanian, / belum berkembang
Rendah	L	50-150	Pedesaan: beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	150-250	Kampung: kegiatan pemukiman
Tinggi	H	250-350	Kampung: beberapa kegiatan pasar
Sangat Tinggi	VH	>350	Hampir perkotaan: banyak pasar atau kegiatan niaga

Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-10.

**Tabel 5.7. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)**

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCsf)			
		Lebar Bahu Efektif			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,8	0,83	0,88	0,93

*Sumber: MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-68*

- e. Menentukan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots\dots\dots(2.2) \\
 &= 3000 \times 0,91 \times 1,0 \times 0,95 \\
 &= 2648
 \end{aligned}$$

- f. Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

$DS = \frac{Q}{C} > 0,75$ , Jika DS lebih bsar dari 0,75 maka dilakukan pelebaran jalan dan jika DS kurang dari 0,75 akan dilakukan *overlay*.

**Tabel 5.8. DS Eksisting Tahun 2017**

Tahun	Jenis Kendaraan	Arus Total dari Kedua Arah (Q) (Kendaraan/jam)	emp	Q	C	DS
				(smp/jam)		
1	2	3	4	$5 = 3 \times 4$	6	$7 = \Sigma(Q/C)$
2017	MC	1342	0,6	805,2	2648	0,3625996
	LV	119	1	119		
	MHV	3	1,2	3,6		
	LB	0	1,2	0		
	LT	18	1,8	32,4		

**Tabel 5.9. DS Eksisting Pada Akhir Umur Rencana Tahun 2027**

Tahun	Jenis	Q (smp/jam)	C	DS
	Kendaraan			
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2027	MC	1398	2648	0,636
	LV	225		
	MHV	6		
	LB	0		
	LT	56		

**Tabel 5.10. Rekapitulasi DS Eksisting**

Tahun	DS
2017	0,363
2018	0,384
2019	0,406
2020	0,429
2021	0,454
2022	0,480
2023	0,508
2024	0,537
2025	0,569
2026	0,602
2027	0,636

Kesimpulan:

Dari hasil perhitungan yang dilakukan di atas nilai  $DS < 0,75$ , maka tidak dilakukan pelebaran jalan melainkan dilakukan perbaikan jalan dengan cara peningkatan lapis tambah (*overlay*).

## 5.2. Perhitungan Geometrik Jalan

Untuk kebutuhan perencanaan peningkatan jalan dibutuhkan kontrol geometrik. Hal ini dipertimbangkan untuk keamanan dan kenyamanan pengendara. Geometrik jalan terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Alinyemen horizontal
- b. Alinyemen vertikal

### 5.2.1. Alinyemen Horizontal

Berdasarkan hasil survey dan data gambar layout jalan, pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 terdapat 42 lengkung horizontal yang digunakan sebagai kontrol geometrik. Berikut ini masing-masing perhitungan alinyemen horizontal:

- a. Kecepatan rencana

Perencanaan eksisting jalan yang sudah ada menggunakan kecepatan rencana 40km/jam, karena ruas jalan Trenggalek-Pacitan sepanjang 37 km merupakan daerah pegunungan. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan yang dilakukan pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 adalah tipe medan perbukitan, dengan kecepatan rencana yang diijinkan pada Tabel 2.7. sebesar 60-90 km/jam dimana mengakibatkan perubahan jari-jari tikungan. Sehubungan dengan kondisi eksisting yang sudah padat pemukiman, tidak dimungkinkan untuk merubah kondisi geometrik jalan yang sudah ada. Kecepatan 50-60 km/jam dengan tipe medan perbukitan masih dapat diaplikasikan pada jalan eksisting tanpa merubah bentuk geometrik jalan dengan syarat memberi rambu-rambu peringatan di titik-titik tertentu pada jalan guna memberikan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

- b. STA 3+775 (*Full Circle*)

$$R \text{ (m)} = 450$$

$$V_R \text{ (km/jam)} = 40$$

$$e (\%) = 3,2$$

$$\Delta (^{\circ}) = 21,943$$

Untuk menghitung tikungan *full circle* menggunakan perhitungan berikut,

- Menghitung jari-jari tikungan

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{(V_R)^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots(2.5) \\ &= \frac{(40)^2}{127(0,10 + 0,166)} = 47,36 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol Rlapangan > Rmin; 450 > 47,36 OK

- Menghitung T yaitu jarak Tc ke PI

$$\begin{aligned} Tc &= Rc \tan (1/2 \Delta) \dots\dots\dots(2.6) \\ &= 450 \times \tan (1/2 \times 21,9425) \\ &= 87,237 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung E yaitu jarak PI ke lengkung dengan pusat arah lengkung

$$\begin{aligned} Ec &= Tc \tan (1/4.\Delta) \dots\dots\dots(2.7) \\ &= 87,2368 \times \tan (0,25 \times 21,9425) \\ &= 8,378 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung L yaitu panjang busur lengkung

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{\Delta 2 \pi Rc}{360^{\circ}} \dots\dots\dots(2.8) \\ &= \frac{21,9425 \times 2 \times \pi \times 450}{360^{\circ}} = 172,336 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung kontrol

Jika LC < 2TC maka OK.

Jadi, LC < 2TC = 172,336 < 174,474 jadi OK

- Kontrol (e) superelevasi

$$\begin{aligned} D_{maks} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \dots\dots\dots(2.24) \\ &= \frac{181913,53 (0,10 + 0,166)}{40^2} \\ &= 30,24^{\circ} \end{aligned}$$

$$Dd = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$= \frac{1432,4}{450} = 3,18^\circ$$

$$ed = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{D_{maks}} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}} \dots\dots(2.26)$$

$$= \frac{-0,10 \times 3,18^2}{30,24} + \frac{2 \times 0,10 \times 3,18}{30,24}$$

$$= 2,1\%$$

Kontrol, syarat en-emaks = 2%-10%

Elapangan > 2-10%; 3,2% > 2-10% LEBIH BAIK

Eperhitungan > 2-10%; 2,1% > 2-10% LEBIH BAIK

c. STA 5+890 (*Spiral Circle Spiral*)

$$Rc \text{ (m)} = 50$$

$$V \text{ (km/jam)} = 40$$

$$\Delta \text{ (}^\circ\text{)} = 32,39111$$

$$LS \text{ (m)} = 15$$

$$e \text{ (}\%\text{)} = 0,6$$

Untuk menghitung tikungan *Spiral Circle Spiral* menggunakan perhitungan berikut,

- Menghitung jari-jari tikungan

$$R_{\min} = \frac{(V_R)^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$= \frac{(40)^2}{127(0,10+0,166)}$$

$$= 47,36 \text{ m}$$

Kontrol Rlapangan > Rmin; 50 > 47,36 OK

- Menghitung sudut lengkung spiral

$$\theta_s = \frac{90 \text{ } Ls}{\pi \text{ } Rc} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$= \frac{90 \text{ } 15}{\pi \text{ } 50}$$

$$= 8,594367^\circ$$



- Menghitung Lc
 
$$\begin{aligned} Lc &= \frac{(\Delta - 2 \theta s)}{180} \times \pi \times Rc \dots\dots\dots(2.12) \\ &= \frac{(32,39111 - 2 \times 8,594367)}{180} \times \pi \times 50 \\ &= 13,26658 \text{ m} \end{aligned}$$
- Menghitung p
 
$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos \theta s) \dots\dots\dots(2.14) \\ &= \frac{15^2}{6 \times 50} - 50 \times (1 - \cos 8,594367) \\ &= 0,188554 \end{aligned}$$
- Menghitung k
 
$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc \sin \theta s \dots\dots\dots(2.15) \\ &= 15 - \frac{15^2}{6 \times 50} - 50 \times \sin 8,594367 \\ &= 7,415593 \end{aligned}$$
- Menghitung Es
 
$$\begin{aligned} Es &= (Rc + p) \sec\left(\frac{1}{2}\Delta\right) - Rc \dots\dots\dots(2.17) \\ &= (50 + 0,188554) \sec\left(\frac{1}{2} \times 32,39111\right) - 50 \\ &= 2,262577 \text{ m} \end{aligned}$$
- Menghitung Ts
 
$$\begin{aligned} TS &= (Rc + p) \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \dots\dots\dots(2.16) \\ &= (50 + 0,188554) \tan\left(\frac{1}{2} \times 32,39111\right) + 7,415593 \\ &= 21,99249 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung kontrol

Jika  $2 Ls + Lc < 2 Ts$  maka OK.

Jadi,  $2 Ls + Lc < 2 Ts = 43,26658 < 43,98499$  OK

- Kontrol (e) superelevasi

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$= \frac{181913,53 (0,10 + 0,166)}{40^2}$$

$$= 30,24^\circ$$

$$D_d = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$= \frac{1432,4}{50} = 28,65^\circ$$

$$e_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{D_{maks}} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}} \dots\dots(2.26)$$

$$= \frac{-0,10 \times 28,65^2}{30,24} + \frac{2 \times 0,10 \times 28,65}{30,24}$$

$$= 16,2\%$$

Kontrol, syarat en-emaks = 2%-10%

Elapangan > 2-10%; 0,6% > 2-10% LEBIH JELEK

Eperhitungan > 2-10%; 16,2% > 2-10% LEBIH JELEK

Jika e lapangan dan e perhitungan tidak memenuhi syarat, maka nilai jari-jari tikungan (R) dan nilai kecepatan Vr disesuaikan agar memenuhi syarat.

- d. STA 3+178 (*Spiral Spiral*)

$$R_c \text{ (m)} = 40$$

$$V \text{ (km/jam)} = 40$$

$$\Delta \text{ (}^\circ\text{)} = 36,83667$$

$$e \text{ (}\%\text{)} = 9,9$$

Untuk menghitung tikungan *spiral spiral* menggunakan perhitungan berikut,

- Menghitung jari-jari tikungan

$$R_{min} = \frac{(V_R)^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$= \frac{(40)^2}{127(0,10+0,166)}$$

$$= 47,36 \text{ m}$$

Kontrol Rlapangan > Rmin; 40 > 47,36 NOT OK

Jika R lapangan tidak memenuhi syarat, maka dilakukan perbaikan alinyemen jika memungkinkan. Atau dengan penanganan memasang rambu hati-hati seperti: RP.3 (tikungan tajam ke kiri) dan RP.4 (tikungan tajam ke kanan).

- Menghitung sudut lengkung *spiral*

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(2.18) \\ &= \frac{1}{2} \times 36,83667 \\ &= 18,41833^\circ\end{aligned}$$
- Menghitung panjang lengkung *spiral* ( $L_s$ )
$$\begin{aligned}L_s &= \frac{\theta_s \pi R_c}{90} \dots\dots\dots(2.20) \\ &= \frac{18,41833 \times \pi \times 40}{90} \\ &= 25,71684 \text{ m}\end{aligned}$$
- Menghitung pergeseran tangen terhadap spiral
$$\begin{aligned}p &= \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.14) \\ &= \frac{25,71684^2}{6 \times 40} - 40 \times (1 - \cos 18,41833) \\ &= 0,706649\end{aligned}$$
- Menghitung pergeseran tangen terhadap spiral
$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.15) \\ &= 25,71684 - \frac{25,71684^2}{6 \times 40} - 40 \times \sin 18,41833 \\ &= 12,66539\end{aligned}$$
- Menghitung panjang tangen titik PI ke Ts (spiral)
$$\begin{aligned}T_s &= (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.16) \\ &= (40 + 0,706649) \tan \frac{1}{2} 36,83667 + 12,66539 \\ &= 26,22116 \text{ m}\end{aligned}$$

- Menghitung panjang jarak PI kebusur lingkaran  

$$\begin{aligned} Es &= (Rc+P) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \quad \dots\dots\dots(2.17) \\ &= (40+0,706649) \sec \frac{1}{2} 36,83667 - 40 \\ &= 2,90443 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung kontrol

Jika  $2 \text{ LS} < 2 \text{ TS}$  maka OK.

Jadi,  $2 \text{ LS} < 2 \text{ TS} = 51,43368 < 52,44232$  OK

- Kontrol (e) superelevasi  

$$\begin{aligned} D_{maks} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_R^2} \quad \dots\dots\dots(2.24) \\ &= \frac{181913,53 (0,10 + 0,166)}{40^2} \end{aligned}$$

$$= 30,24^\circ$$

$$D_d = \frac{1432,4}{R} \quad \dots\dots\dots(2.25)$$

$$= \frac{1432,4}{40}$$

$$= 35,81^\circ$$

$$e_d = \frac{-e_{maks} \times D_d^2}{D_{maks}} + \frac{2 \times e_{maks} \times D_d}{D_{maks}} \quad \dots\dots(2.26)$$

$$= \frac{-0,10 \times 35,81^2}{30,24} + \frac{2 \times 0,10 \times 35,81}{30,24}$$

$$= 19,4\%$$

Kontrol, syarat en-emaks = 2%-10%

Elapangan > 2-10%; 9,9% > 2-10% LEBIH BAIK

Eperhitungan > 2-10%; 19,4% > 2-10% LEBIH JELEK



**Tabel 5.13. Kontrol e pada Full Circle**

elapangan (%)	3,2	4,4	0,6	4,4	2	0,6	0,6	2	8,7	8,7	7,5	5,2	7,1	8,7
Dmaks	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24
Dd	3,18	4,53	6,66	4,55	1,50	6,66	6,66	1,56	12,04	12,04	9,24	5,60	8,68	12,04
eperhitungan (%)	2,1	2,9	4,3	2,9	1,0	4,3	4,3	1,0	7,5	7,5	5,8	3,6	5,5	7,5
Kontrol e, dengan syarat en-emaks = 2%-10%														
elapangan (%)	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH JELEK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK
eperhitungan (%)	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH JELEK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH JELEK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK

Keterangan:

R (m) = Jari-jari tikungan

V (km/jam) = Kecepatan rencana

e (%) = Superelevasi

Tc (m) = Panjang tangen jarak dari TC ke PI/PI ke CT

Lc (m) = Panjang busur lingkaran

Ec (m) = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran



**Tabel 5.16. Kontrol e pada Spiral Circle Spiral**

elapangan (%)	0,6	2	7,6	8,7	8,7	8,9	7,1	8,7
Dmaks	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24
Dd	28,65	31,83	35,81	22,04	40,93	40,93	22,04	95,49
eperhitungan (%)	16,2	17,7	19,4	13,0	21,5	21,5	13,0	33,0
Kontrol e, dengan syarat en-emaks = 2%-10%								
elapangan (%)	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK
eperhitungan (%)	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK

Keterangan:

R (m)	=	Jari-jari tikungan	Lc (m)	=	Panjang busur lingkaran SC ke CS
V (km/jam)	=	Kecepatan rencana	p	=	Pergeseran tangen dari PI ke TS/ST
Ls (m)	=	Panjang lengkung	k	=	Absis dari p pada garis tangen spiral
		peralihan TS ke SC/CS ke ST	Es (m)	=	Jarak PI ke busur lingkaran
e (%)	=	Superelevasi	Ts (m)	=	Titik dari tangen ke spiral
Θs (°)	=	Sudut lengkung spiral			





Θs (°)	18,418	7,031	19,831	17,034	11,962	21,854	26,909	14,266	8,610	18,621
Ls (m)	25,717	21,107	51,917	20,811	20,877	11,443	28,179	17,430	45,681	29,250
Ltot (m)	51,434	42,214	103,835	41,622	41,755	22,886	56,359	34,859	91,363	58,499
p	0,707	0,217	1,542	0,527	0,367	0,377	1,163	0,367	0,575	0,813
k	12,665	10,451	25,575	10,249	10,296	5,641	13,940	8,588	22,583	14,406
Es (m)	2,904	0,870	6,367	2,157	1,485	1,568	4,947	1,493	2,314	3,344
Ts (m)	26,221	21,084	53,179	21,133	20,967	11,808	29,757	17,580	45,685	29,842
Kontrol 2Ls < 2Ts	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!	OK!!

Parameter	PI-28	PI-29	PI-30	PI-36	PI-38	PI-39	PI-40	PI-41	PI-43	PI-44
	7+450	7+510	7+560	7+975	8+080	8+117	8+140	8+210	8+290	8+317
R (m)	18	30	25	30	13	13	25	35	20	25
V (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Δ (°)	88,790	45,921	46,535	44,672	85,628	85,628	7,776	40,037	23,697	22,680
e (%)	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
Θs (°)	44,395	22,960	23,268	22,336	42,814	42,814	3,888	20,018	11,849	11,340
Ls (m)	27,894	24,044	20,305	23,390	19,428	19,428	3,393	24,457	8,272	9,896



elapangan (%)	8,9	8,9	8,9	8,9	9,9	9,9	9,8	9,9	6,9	6,9
Dmaks	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24	30,24
Dd	79,57778	47,74667	57,296	47,74667	110,1846	110,1846	57,296	40,92571	71,62	57,296
eperhitungan (%)	31,7	24,0	27,0	24,0	32,7	32,7	27,0	21,5	30,4	27,0
Kontrol e, dengan syarat en-emaks = 2%-10%										
elapangan (%)	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK	LEBIH BAIK
eperhitungan (%)	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK	LEBIH JELEK

Keterangan:

- $\Theta_s$  (°) = Sudut lengkung spiral
- Ls (m) = Panjang lengkung peralihan TS ke SC/CS ke ST
- p = Pergeseran tangen dari PI ke TS/ST
- k = Absis dari p pada garis tangen spiral
- Es (m) = Jarak PI ke busur lingkaran
- Ts (m) = Titik dari tangen ke spiral

### 5.2.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Dalam alinyemen vertikal kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Pada perencanaan peningkatan jalan ruas Trenggalek - Pacitan STA 3+350 - 8+350 memerlukan data - data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian jenis lengkungan. Jenis lengkung pada jalan tersebut ada dua, yaitu lengkung cekung dan cembung. Berikut perhitungannya:

- a. STA 3+300 Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung
  - Kecepatan rencana ( $V_R$ ) = 40 km/jam (Tabel 4.1)
  - Jarak pandang henti ( $J_h$ ) = 40 m (Tabel 2.7)
  - Jarak pandang mendahului ( $J_d$ ) = 200 m (Tabel 2.8)
  - Mencari panjang L
    - $G_1$  = 0,677 %
    - $G_2$  = 1,213 %
    - Perbedaan Aljabar % (A) =  $G_2 - G_1$  .....(2.35)
    - = 1,213 - 0,677
    - = 0,536 (Cekung)
  - Berdasarkan jarak penyinaran lampu kendaraan,
    - $$L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h} \dots\dots\dots(2.36)$$
    - =  $\frac{0,536 \times 40^2}{120 + 3,5 \times 200}$
    - = 3,298 m,  $J_h < L \rightarrow$  tidak memenuhi
    - $$L = 2J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A} \dots\dots\dots(2.37)$$
    - =  $2 \times 40 - \frac{120 + 3,5 \times 200}{0,536}$
    - = -405,075 m,  $J_h > L \rightarrow$  memenuhi

- Berdasarkan kenyamanan  

$$L = \frac{A \times V^2}{389} \dots\dots\dots(2.38)$$

$$= \frac{0,536 \times 40^2}{389}$$

$$= 2,382 \text{ m}$$
- Berdasarkan drainase  

$$L = 40.A \dots\dots\dots(2.32)$$

$$= 40 \times 0,536$$

$$= 21,440 \text{ m}$$
- Berdasarkan keluwesan bentuk  

$$L = 0,6.V \dots\dots\dots(2.33)$$

$$= 0,6 \times 40$$

$$= 24 \text{ m}$$
- Vertikal Pergeseran (Ev)  $\dots\dots\dots(2.34)$   

$$L = \frac{A \times L}{800}$$

$$= \frac{0,536 \times 24}{800}$$

$$= 0,016 \text{ m}$$
- Elevasi dan STA PLV  
Elevasi = Elevasi PPV –  $\frac{1}{2} \times L \times g1 \dots\dots\dots(2.39)$   

$$= 65,897 - \frac{1}{2} \times 24 \times 0,677$$

$$= 57,773$$
  
STA = STA PPV rencana –  $\frac{1}{2} L \dots\dots\dots(2.40)$   

$$= 3300 - \frac{1}{2} \times 24$$

$$= 3+288$$
- Elevasi  $\frac{1}{4} L$   

$$y' = \left( \frac{A \times (0,25 \times L)}{200 \times L} \right) \dots\dots\dots(2.41)$$

$$= \left( \frac{0,536 \times (0,25 \times 24)}{200 \times 24} \right)$$

$$= 0,001$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} - \\
 &\left( \frac{0,25 \times g1 \times L \times y'}{100} \right) \dots\dots\dots(2.42) \\
 &= 65,897 - \left( \frac{0,25 \times 0,677 \times 24 \times 0,001}{100} \right) \\
 &= 65,913
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Elevasi PPV} \\
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} + \text{Ev} \dots\dots\dots(2.43) \\
 &= 65,897 + 0,016 \\
 &= 65,913
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Elevasi } \frac{3}{4} L \\
 y' &= \left( \frac{A \times (0,75 \times L)}{200 \times L} \right) \dots\dots\dots(2.44) \\
 &= \left( \frac{0,536 \times (0,75 \times 24)}{200 \times 24} \right) \\
 &= 1,158
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} - \\
 &\left( \frac{0,75 \times g2 \times L \times y'}{100} \right) \dots\dots\dots(2.45) \\
 &= 65,897 - \left( \frac{0,75 \times 1,213 \times 24 \times 1,158}{100} \right) \\
 &= 40,618
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Elevasi dan STA PTV} \\
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} - g2 \times \frac{1}{2} \times L \dots\dots\dots(2.46) \\
 &= 65,897 - 1,213 \times \frac{1}{2} \times 24 \\
 &= 80,453 \\
 \text{STA} &= \text{STA PPV} + \left( \frac{1}{2} \times L \right) \dots\dots\dots(2.40) \\
 &= 3300 + \frac{1}{2} \times 24 \\
 &= 3+312
 \end{aligned}$$

b. STA 3+450 Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung

$$\text{Kecepatan rencana } (V_R) = 40 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jarak pandang henti } (J_h) = 40 \text{ m (Tabel 2.7)}$$

$$\text{Jarak pandang mendahului } (J_d) = 200 \text{ m (Tabel 2.8)}$$

- Mencari panjang L

$$G1 = 1,213 \%$$

$$G2 = 0,514 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perbedaan Aljabar \% (A)} &= G2 - G1 \dots\dots\dots(2.35) \\
 &= 0,514 - 1,213 \\
 &= -0,699 \text{ (Cembung)}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$= \frac{-0,699 \times 40^2}{399}$$

$$= -2,803 \text{ m, } J_h < L \rightarrow \text{memenuhi}$$

$$L = 2J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$= 2 \times 40 - \frac{399}{-0,699}$$

$$= 650,815 \text{ m, } J_h > L \rightarrow \text{memenuhi}$$

- Berdasarkan jarak pandang mendahului

$$L = \frac{A \times J_d^2}{840} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$= \frac{-0,699 \times 200^2}{840}$$

$$= -33,286 \text{ m, } J_d < L \rightarrow \text{memenuhi}$$

$$L = 2 \times J_d - \frac{840}{A} \dots\dots\dots(2.30)$$

$$= 2 \times 200 - \frac{840}{-0,699}$$

$$= 1601,717 \text{ m, } J_d < L \rightarrow \text{memenuhi}$$

- Berdasarkan kenyamanan

$$L = \frac{A \times V^2}{360} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$= \frac{-0,699 \times 40^2}{360}$$

$$= -2,875 \text{ m}$$



- Berdasarkan drainase  

$$L = 40.A \dots\dots\dots(2.32)$$

$$= 40 \times -0,699$$

$$= -27,96 \text{ m}$$
- Berdasarkan keluwesan bentuk  

$$L = 0,6.V \dots\dots\dots(2.33)$$

$$= 0,6 \times 40$$

$$= 24 \text{ m}$$
- Vertikal Pergeseran (Ev)  

$$L = \frac{A \times L}{800} \dots\dots\dots(2.34)$$

$$= \frac{-0,699 \times 24}{800}$$

$$= -0,021 \text{ m}$$
- Elevasi dan STA PLV  

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV} - \frac{1}{2} \times L \times g1 \dots\dots\dots(2.39)$$

$$= 67,586 - \frac{1}{2} \times 24 \times 1,213$$

$$= 53,03$$

$$\text{STA} = \text{STA PPV rencana} - \frac{1}{2} L \dots\dots\dots(2.40)$$

$$= 3450 - \frac{1}{2} \times 24$$

$$= 3+438$$
- Elevasi  $\frac{1}{4} L$   

$$y' = \left( \frac{A \times (0,25 \times L)}{200 \times L} \right) \dots\dots\dots(2.41)$$

$$= \left( \frac{-0,699 \times (0,25 \times 24)}{200 \times 24} \right)$$

$$= -0,001$$

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV rencana} -$$

$$\left( \frac{0,25 \times g1 \times L \times y'}{100} \right) \dots\dots\dots(2.42)$$

$$= 67,586 - \left( \frac{0,25 \times 1,213 \times 24 \times -0,001}{100} \right)$$

$$= 67,592$$

- Elevasi PPV

$$\begin{aligned}\text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} + \text{Ev} \dots\dots\dots(2.43) \\ &= 67,586 + (-0,021) \\ &= 67,565\end{aligned}$$

- Elevasi  $\frac{3}{4} L$

$$\begin{aligned}y' &= \left( \frac{A \times (0,75 \times L)}{200 \times L} \right) \dots\dots\dots(2.44) \\ &= \left( \frac{-0,699 \times (0,75 \times 24)}{200 \times 24} \right) \\ &= -1,510\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} - \\ &\quad \left( \frac{0,75 \times g2 \times L \times y'}{100} \right) \dots\dots\dots(2.45) \\ &= 67,586 - \left( \frac{0,75 \times 0,514 \times 24 \times -1,510}{100} \right) \\ &= 81,555\end{aligned}$$

- Elevasi dan STA PTV

$$\begin{aligned}\text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} - g2 \times \frac{1}{2} \times L \dots\dots\dots(2.46) \\ &= 67,586 - 0,514 \times \frac{1}{2} \times 24 \\ &= 73,754\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA} &= \text{STA PPV} + \left( \frac{1}{2} \times L \right) \dots\dots\dots(2.40) \\ &= 3450 + \frac{1}{2} \times 24 = 3462\end{aligned}$$

**Tabel 5.20. Rekapitulasi Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung**

Parameter		PVI-8	PVI-10	PVI-12	PVI-15	PVI-16	PVI-17	PVI-20	PVI-23	PVI-25	PVI-27	PVI-29
		3+300	3+650	4+098	4+300	4+350	4+500	5+200	5+425	5+650	5+950	6+100
Jenis Lengkung		CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG
V (km/jam)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jh (Tabel)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jd (Tabel)		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
g1 (%)		0,677	0,514	-3,637	-2,731	-0,392	1,017	0	0	0,095	-0,688	0,204
g2 (%)		1,213	2,031	3,539	-0,392	1,017	4,913	2,326	1,32	1,287	2,053	1,671
A		0,536	1,517	7,176	2,339	1,409	3,896	2,326	1,32	1,192	2,741	1,467
L (Jarak henti)		JH>L	JH>L	JH<L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L
	Jh<L	3,298	9,335	44,160	14,394	8,671	23,975	14,314	8,123	7,335	16,868	9,028
	Jh>L	-405,075	-91,391	43,768	-31,159	-104,528	13,265	-31,780	-116,970	-138,121	-14,856	-97,232
L (Kenyamanan)		2,382	6,742	31,893	10,396	6,262	17,316	10,338	5,867	5,298	12,182	6,520
L (Drainase)		21,440	60,680	287,040	93,560	56,360	155,840	93,040	52,800	47,680	109,640	58,680
L (Keluwasan)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
EV		0,016	0,046	0,215	0,070	0,042	0,117	0,070	0,040	0,036	0,082	0,044
Elevasi & STA PLV	Elevasi PLV	57,773	62,703	111,345	101,26	73,339	57,927	80,789	82,621	83,375	96,193	85,964
	STA PLV	3288	3638	4083	4288	4338	4488	5188	5413	5638	5938	6088
Elevasi 1/4 L	y'	0,001	0,002	0,009	0,003	0,002	0,005	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002
	Elevasi	65,894	68,865	67,897	68,536	68,639	70,101	80,789	82,621	84,514	87,951	88,410
Elevasi PPV		65,913	68,917	67,916	68,558	68,677	70,248	80,859	82,661	84,551	88,019	88,456
Elevasi 3/4 L	y'	1,158	3,277	15,500	5,052	3,043	8,415	5,024	2,851	2,575	5,921	3,169
	Elevasi	40,618	-50,919	-919,690	104,137	12,922	-674,073	-129,563	14,876	24,869	-130,851	-6,897
Elevasi & STA PTV	ELEVASI PTV	80,453	93,243	110,169	63,784	80,839	129,087	108,701	98,461	99,959	112,573	108,464
	STA PTV	3312	3662	4107	4312	4362	4512	5212	5437	5662	5962	6112

Parameter		PVI-32	PVI-33	PVI-35	PVI-36	PVI-40	PVI-41	PVI-42	PVI-45	PVI-46	PVI-48
		6+300	6+450	6+600	6+650	7+150	7+300	7+350	8+000	8+200	8+343
Jenis Lengkung		CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG	CEKUNG
V (km/jam)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jh (Tabel)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jd (Tabel)		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
g1 (%)		-1,872	1,506	-7,706	0	-0,866	-0,489	3,744	2,21	7,34	3,589
g2 (%)		1,506	7,993	0	8,695	-0,489	3,744	9,88	7,34	10,245	10,639
A		3,378	6,487	7,706	8,695	0,377	4,233	6,136	5,13	2,905	7,05
L (Jarak henti)		JH>L	JH>L	JH<L	JH<L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH>L	JH<L
Jh<L	Jh<L	20,788	39,920	47,422	53,508	2,320	26,049	37,760	31,569	17,877	43,385
	Jh>L	3,031	39,920	46,260	50,098	-609,655	18,578	37,627	29,318	-9,501	43,121
L (Kenyamanan)		15,013	28,831	34,249	38,644	1,676	18,813	27,271	22,800	12,911	31,333
L (Drainase)		135,120	259,480	308,240	347,800	15,080	169,320	245,440	205,200	116,200	282,000
L (Keluwasan)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
EV		0,101	0,195	0,231	0,261	0,011	0,127	0,184	0,154	0,087	0,212
Elevasi & STA PLV	Elevasi PLV	111,021	74,087	183,368	90,923	115,531	110,38	61,631	126,946	79,657	133,027
	STA PLV	6288	6438	6588	6638	7138	7288	7338	7988	8188	8331
Elevasi 1/4 L	y'	0,004	0,008	0,010	0,011	0,000	0,005	0,008	0,006	0,004	0,009
	Elevasi	88,604	92,086	91,341	90,923	105,141	104,528	106,387	153,381	167,577	175,905
Elevasi PPV		88,658	92,354	91,127	91,184	105,150	104,639	106,743	153,620	167,824	176,307
Elevasi 3/4 L	y'	7,296	14,012	16,645	18,781	0,814	9,143	13,254	11,081	6,275	15,228
	Elevasi	-109,236	-1923,792	90,896	-2848,523	112,307	-511,672	-2250,490	-1310,529	-989,399	-2740,097
Elevasi & STA PTV	ELEVASI PTV	106,629	188,075	90,896	195,263	99,271	149,44	225,119	241,546	290,677	303,763
	STA PTV	6312	6462	6612	6662	7162	7312	7362	8012	8212	8355

Keterangan:

V (km/jam)	=	Kecepatan rencana	L (m)	=	Panjang lengkung vertikal parabola
Jh (m)	=	Jarak pandang henti	EV	=	Vertikal pergeseran
Jd (m)	=	Jarak pandang mendahului	PLV	=	Permulaan lengkung vertikal
A (%)	=	Perbedaan aljabar kelandaian	PTV	=	Permulaan tangen vertikal
g1/g2 (%)	=	Kelandaian			

**Tabel 5.21. Rekapitulasi Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung**

Parameter		PVI-9	PVI-11	PVI-13	PVI-14	PVI-18	PVI-19	PVI-21	PVI-22	PVI-24	PVI-26	PVI-28
		3+450	3+900	4+175	4+240	4+600	5+100	5+250	5+340	5+550	5+800	5+950
Jenis Lengkung		CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG
V (km/jam)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jh (Tabel)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jd (Tabel)		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
g1 (%)		1,21	2,03	3,54	0,00	4,91	1,20	2,33	0,86	1,32	1,29	2,05
g2 (%)		0,51	-3,64	0,00	-2,73	1,20	0,00	0,86	0,00	0,10	-0,69	0,20
A		-0,699	-5,668	-3,539	-2,731	-3,714	-1,199	-1,471	-0,855	-1,225	-1,975	-1,849
L (Jarak henti)		JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L
	Jh<L	-2,80	-22,73	-14,19	-10,95	-14,89	-4,81	-5,90	-3,43	-4,91	-7,92	-7,41
	Jh>L	650,82	150,40	192,74	226,10	187,43	412,78	351,24	546,67	405,71	282,03	295,79
L (Jarak dekat)		JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L
	Jd<L	-33,29	-269,90	-168,52	-130,05	-176,86	-57,10	-70,05	-40,71	-58,33	-94,05	-88,05
	Jd>L	1601,72	548,20	637,36	707,58	626,17	1100,58	971,04	1382,46	1085,71	825,32	854,30
L (Kenyamanan)		-2,88	-23,31	-14,56	-11,23	-15,28	-4,93	-6,05	-3,52	-5,04	-8,12	-7,61
L (Drainase)		-27,96	-226,72	-141,56	-109,24	-148,56	-47,96	-58,84	-34,2	-49	-79	-73,96
L (Keluwasan)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
EV		-0,02	-0,17	-0,11	-0,08	-0,11	-0,04	-0,04	-0,03	-0,04	-0,06	-0,06
Elevasi & STA PLV	Elevasi PLV	53,03	48,17	27,663	70,131	15,521	66,227	63,867	72,361	68,393	70,802	63,301
	STA PLV	3438	3888	4163	4228	4588	5088	5238	5328	5538	5788	5938
Elevasi 1/4 L	y'	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Elevasi	67,59	72,63	70,22	70,13	74,61	80,63	91,80	82,63	84,25	86,27	87,97
Elevasi PPV		67,57	72,37	70,02	70,05	74,37	80,58	91,73	82,60	84,20	86,19	87,88
Elevasi 3/4 L	y'	-1,51	-12,24	-7,64	-5,90	-8,02	-2,59	-3,18	-1,85	-2,65	-4,27	-3,99
	Elevasi	81,56	-728,95	70,13	-219,85	247,61	80,62	140,68	82,62	88,76	33,42	102,60
Elevasi & STA PTV	ELEVASI PTV	73,75	28,90	70,13	37,36	88,87	80,62	102,04	82,62	85,37	77,99	90,39
	STA PTV	3462	3912	4187	4252	4612	5112	5262	5352	5562	5812	5962

Parameter		PVI-30	PVI-31	PVI-34	PVI-37	PVI-38	PVI-39	PVI-43	PVI-44	PVI-47	PVI-49
		6+150	6+250	6+525	6+700	6+850	7+000	7+650	7+800	8+250	8+500
Jenis Lengkung		CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG	CEMBUNG
V (km/jam)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jh (Tabel)		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Jd (Tabel)		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
g1 (%)		1,671	0,161	7,993	8,695	4,664	2,979	9,88	8,426	10,245	10,639
g2 (%)		0,161	-1,872	-7,706	4,664	2,979	-0,866	8,426	2,21	3,589	4,91
A		-1,51	-2,033	-15,699	-4,031	-1,685	-3,845	-1,454	-6,216	-6,656	-5,729
L (Jarak henti)		JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L	JH<L/JH>L
	Jh<L	-6,06	-8,15	-62,95	-16,16	-6,76	-15,42	-5,83	-24,93	-26,69	-22,97
	Jh>L	344,24	276,26	105,42	178,98	316,80	183,77	354,42	144,19	139,95	149,65
L (Jarak dekat)		JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L	JD<L/JD>L
	Jd<L	-71,90	-96,81	-747,57	-191,95	-80,24	-183,10	-69,24	-296,00	-316,95	-272,81
	Jd>L	956,29	813,18	453,51	608,39	898,52	618,47	977,72	535,14	526,20	546,62
L (Kenyamanan)		-6,71	-9,04	-69,77	-17,92	-7,49	-17,09	-6,46	-27,63	-29,58	-25,46
L (Drainase)		-60,4	-81,32	-627,96	-161,24	-67,4	-153,8	-58,16	-248,64	-266,24	-229,16
L (Kehuwesan)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
EV		-0,05	-0,06	-0,47	-0,12	-0,05	-0,12	-0,04	-0,19	-0,20	-0,17
Elevasi & STA PLV	Elevasi PLV	69,07	87,33	-0,39	-9,68	45,67	70,15	17,07	46,63	49,49	64,48
	STA PLV	6138	6238	6513	6688	6838	6988	7638	7788	8238	8488
Elevasi 1/4 L	y'	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
	Elevasi	89,14	89,26	96,46	94,92	101,70	105,98	135,74	148,13	172,94	192,61
Elevasi PPV		89,07	89,20	95,05	94,54	101,59	105,78	135,59	147,55	172,23	191,98
Elevasi 3/4 L	y'	-3,26	-4,39	-33,91	-8,71	-3,64	-8,31	-3,14	-13,43	-14,38	-12,37
	Elevasi	98,57	-58,71	-4608,05	825,62	296,80	-23,57	611,97	681,85	1101,21	1285,82
Elevasi & STA PTV	ELEVASI PTV	91,05	66,80	3,05	150,63	137,39	95,50	236,75	174,26	215,50	251,07
	STA PTV	6162	6262	6537	6712	6862	7012	7662	7812	8262	8512

- c. Kontrol kelandaian maksimum

**Tabel 5.22. Kelandaian Maksimum yang Diijinkan**

$V_R$ (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)

Berdasarkan data geometrik STA 3+350 – STA 8+350 memiliki  $V_r$  40km/jam dan memiliki kelandaian maksimal 10%, maka kontrol kelandaian pada jalan tersebut memenuhi.

- d. Kontrol panjang kritis

**Tabel 5.23. Panjang Kritis (m)**

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)

**Tabel 5.24. Kontrol Panjang Kritis**

STA	Kemiringan >3%	Kecepatan	Panjang kritis	KONTROL
6+500	6,99	40	160	Memenuhi
6+700	7,47	40	120	Memenuhi
6+750	5,196	40	210	Memenuhi
6+800	4,628	40	320	Memenuhi
6+850	4,138	40	320	Memenuhi
7+350	4,094	40	320	Memenuhi
7+400	9,218	40	90	Memenuhi
7+450	9,88	40	90	Memenuhi
7+500	9,88	40	90	Memenuhi
7+550	9,88	40	90	Memenuhi
7+600	9,856	40	90	Memenuhi
7+650	9,436	40	90	Memenuhi
7+700	8,87	40	110	Memenuhi
7+750	8,45	40	110	Memenuhi
7+800	6,886	40	120	Memenuhi
8+050	6,262	40	160	Memenuhi
8+100	7,34	40	120	Memenuhi
8+150	7,338	40	120	Memenuhi
8+200	7,602	40	120	Memenuhi
8+250	9,384	40	90	Memenuhi
8+300	4,208	40	320	Memenuhi
8+350	5,764	40	210	Memenuhi

Berdasarkan data geometrik STA 3+350 – STA 8+350 memiliki kelandaian maksimal 10% dengan jarak minimum 80m, maka kontrol kelandaian pada jalan tersebut memenuhi

### **5.3. Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Menggunakan Lendutan Balik *Bankelman Beam***

*Overlay* bertujuan untuk meningkatkan atau memperpanjang umur pelayanan ruas jalan Trenggalek-Pacitan pada STA 3+350-8+350. Perencanaan tebal perkerasan *overlay* ini dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga Pd T-05-2005-B. Dimana asumsi nilai lapis tambah perkerasan lentur



berdasarkan kekuatan struktur perkerasan yang ada dengan diilustrasikan dengan nilai lendutan. Berikut adalah tahapan perencanaannya:

- a. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

*Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana menggunakan Rumus 2.32 dan hasil rekapitulasi akan disajikan pada Tabel 5.25 dan Tabel 5.26.

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots (2.49)$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai CESA,

Trenggalek-Pacitan = 837636,45

Pacitan-Trenggalek = 794135,13

Rata-rata (CESA) = 815885,79

**Tabel 5.25. Rekapitulasi Nilai CESA Arah Trenggalek-Pacitan**

GOL	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c
	Sedan, Jeep,	Opelet	Pich-up,	Bus Kecil	Bus Besar	Truk/Box,	Truk/Box,	Truk/Box,	Truk/	Truk Semi
	Station dan	Pich-up,	Micro Truk,			Truk Tangki	Truk Tangki	Truk Tangki	Truk Tangki	Trailer dan
	Taxi (Pribadi)	Suburban,	Mobil Hantaran,			2 Sumbu 3/4	2 Sumbu	3 Sumbu	Gandeng	Truk Treiler
		Combi, Minibus	dan Truk Ban							
		Combi, Minibus	Belakang 1							
<b>JMLH</b>	622	17	357	9	0	60	100	8	0	0
<b>m (LHR 2 arah)</b>	388,75	10,625	223,125	5,625	0	37,5	62,5	5	0	0
<b>E</b>	0,00045	0,00045	0,00045	0,3006	0,1916	0,2174	5,0264	2,7416	4,9283	6,2401
<b>C</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>r</b>	0,06									
<b>n</b>	10									
<b>N</b>	13,58									
<b>ESA</b>	433,5563531	11,84961094	248,8418297	4190,5801	0	20204,74838	778573,6525	33973,2218	0	0
<b>CESA</b>	837636,4505									

Keterangan:

m = Jumlah masing-masing kendaraan

E = Ekvivalen beban sumbu

C = Koefisien distribusi kendaraan

r/n = Faktor hubungan rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

ESA = Lintasan sumbu standar ekuivalen

CESA = Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar

**Tabel 5.26. Rekapitulasi Nilai CESA Arah Pacitan-Trenggalek**

GOL	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c
	Sedan, Jeep,	Opelet	Pich-up,	Bus Kecil	Bus Besar	Truk/Box,	Truk/Box,	Truk/Box,	Truk/	Truk Semi
	Station dan	Pich-up,	Micro Truk,			Truk Tangki	Truk Tangki	Truk Tangki	Truk Tangki	Treiler dan
	Taxi (Pribadi)	Suburban,	Mobil Hantaran,			2 Sumbu 3/4	2 Sumbu	3 Sumbu	Gandeng	Truk Treiler
		Combi, Minibus	dan Truk Ban							
		Combi, Minibus	Belakang 1							
JMLH	468	12	259	9	4	14	99	3	0	0
m (LHR 2 arah)	292,5	7,5	161,875	5,625	2,5	8,75	61,875	1,875	0	0
E	0,00045	0,00045	0,00045	0,3006	0,1916	0,2174	5,0264	2,7416	4,9283	6,2401
C	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
r	0,06									
n	10									
N	13,58									
ESA	326,2128188	8,36443125	180,5323078	4190,58	1187,13	4714,44129	770787,916	12739,958	0	0
CESA	794135,1347									

Keterangan:

m = Jumlah masing-masing kendaraan

E = Ekvivalen beban sumbu

C = Koefisien distribusi kendaraan

r/n = Faktor hubungan rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standar

- b. Selain mengilustrasikan keseragaman lendutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5, untuk menentukan tingkat keseragaman lendutan balik juga bisa terkoreksi dengan menggunakan Rumus di bawah ini.

$$S = \sqrt{\frac{n(\Sigma d^2) - (\Sigma d)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2.57)$$

$$= \sqrt{\frac{44(26,15) - 1087,5}{44(44-1)}}$$

$$= 0,1827$$

$$d_R = \frac{\Sigma d}{n} \dots\dots\dots(2.56)$$

$$= \frac{32,98}{44}$$

$$= 0,749$$

$$F_k = \frac{S}{d_R} \times 100\% \dots\dots\dots(2.55)$$

$$= \frac{0,1827}{0,749} \times 100\%$$

= 24,38 → Keseragaman cukup baik

- c. Lendutan wakil ( $D_{\text{wakil}}$  atau  $D_{\text{sbl ov}}$ ) dengan menggunakan persamaan (untuk jalan kolektor)

$$D_{\text{wakil}} \text{ atau } D_{\text{sbl ov}} = d_R + 1,64 s \dots\dots\dots(2.59)$$

$$= 0,749 + 1,64 \times 0,1827$$

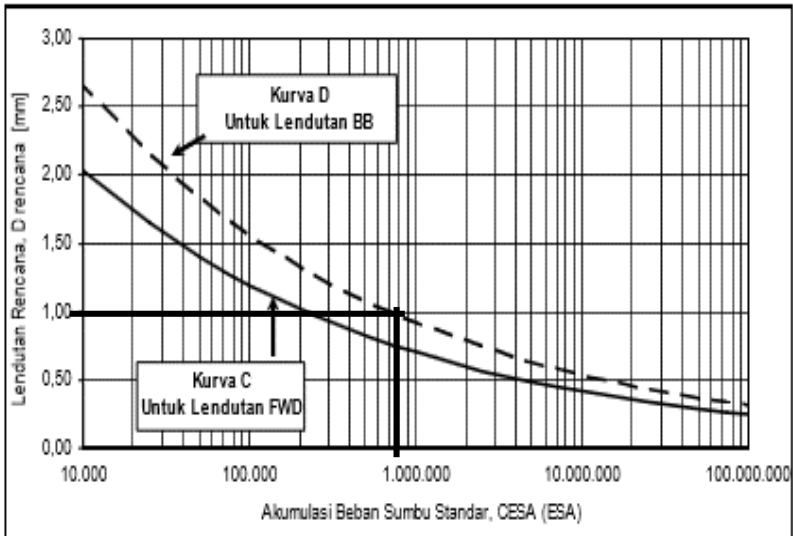
$$= 1,049 \text{ mm}$$

- d. Menghitung lendutan rencana/ijin/ ( $D_{\text{rencana}}$  atau  $D_{\text{stl ov}}$ ) dengan menggunakan gambar 5.1 kurva D atau dengan persamaan

$$(D_{\text{rencana}} \text{ atau } D_{\text{stl ov}}) = 22,208 \times \text{CESA}^{-0,2307} \dots\dots\dots(2.62)$$

$$= 22,208 \times 815885,792^{-0,2307}$$

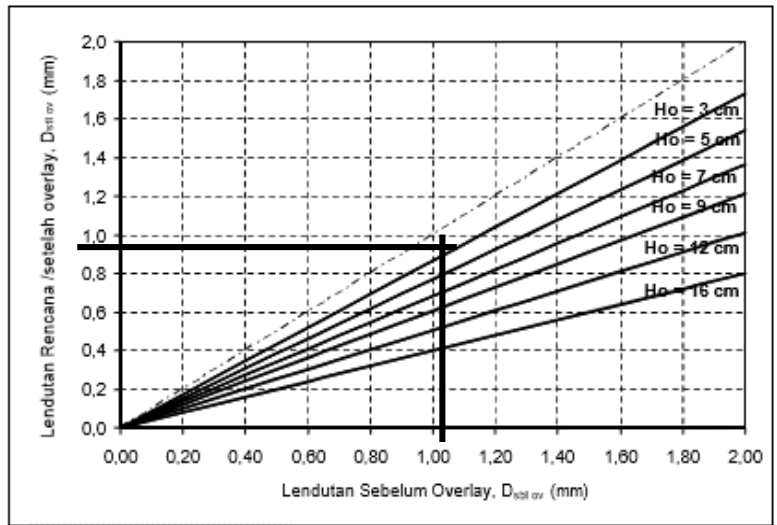
$$= 0,960 \text{ mm}$$



**Grafik 5.1. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas**

- e. Menghitung tebal lapis tambahan ( $H_o$ ) sesuai gambar atau dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 H_o &= \frac{\{Ln(1,0364) + Ln(D_{sbl\ ov}) - Ln(D_{stl\ ov})\}}{0,0597} \dots\dots\dots(2.63) \\
 &= \frac{\{Ln(1,0364) + Ln(1,049) - Ln(0,960)\}}{0,0597} \\
 &= 2,07 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



**Grafik 5.2. Tebal Lapis Tambah/Overlay ( $H_o$ )**

- f. Menentukan koreksi tebal lapis tambah ( $F_o$ )  
 Lokasi ruas jalan Trenggalek - Pacitan menggunakan temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) =  $35^{\circ}\text{C}$   

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,01994 \times \text{TPRT})} \dots\dots\dots(2.64)$$

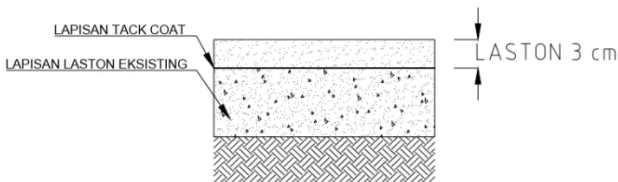
$$= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,01994 \times 35)}$$

$$= 1,003$$
- g. Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi ( $H_t$ ) dengan menggunakan persamaan  

$$H_t = H_o \times F_o \dots\dots\dots(2.65)$$

$$= 2,07 \times 1,003$$

$$= 2,08 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm (Laston)}$$



**Gambar 5.1. Detail Rencana Perkerasan Lapis Tambah (Overlay)**

#### 5.4. Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase, langkah awal yang harus diperhatikan adalah memperhatikan arah aliran air melalui survey lapangan dan dapat mengetahui muka air banjir pada saluran pembuang sehingga pada saluran drainase berada diatas muka air banjir. Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuang.

##### 5.4.1. Perhitungan Debit Saluran

STA 3+350 - 3+400 (Saluran 1)

Perkerasan Aspal :  $L_1 = 3$  m;  $nda = 0,013$ ;  $S = 0,02\%$

Bahu Jalan :  $L_2 = 1,5$  m;  $ndb = 0,2$ ;  $S = 0,04\%$

Tanah :  $L_3 = 100$  m;  $ndc = 0,10$ ;  $S = 0,06\%$

Keterangan:

$L$  = Panjang

$nd$  = Koefisien Hambatan

$S$  = Kemiringan

a. Perhitungan waktu konsentrasi ( $T_c$ )

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots(2.71)$$

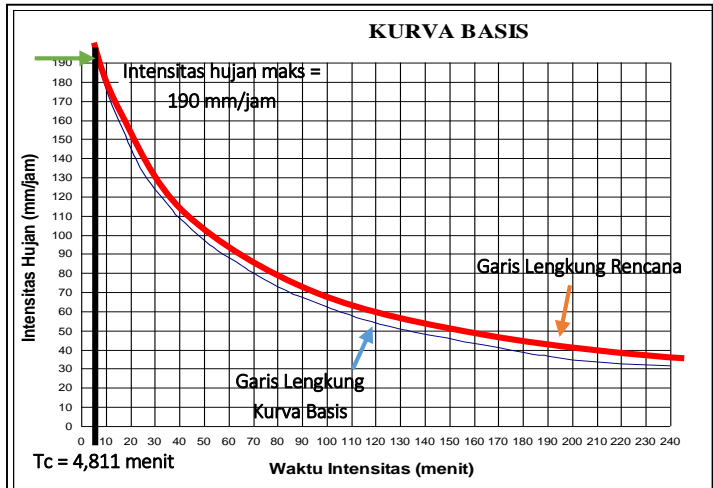
$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \quad \dots\dots\dots(2.72)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \quad \dots\dots\dots(2.73)$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ perkerasan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}}\right)^{0,167} \\ &= 0,919 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 \text{ bahu jalan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\
 &= 1,219 \text{ menit} \\
 t_1 \text{ tanah} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,10}{\sqrt{0,06}} \right)^{0,167} \\
 &= 2,117 \text{ menit} \\
 t_1 \text{ total} &= t_1 \text{ perkerasan} + t_1 \text{ bahu} + t_1 \text{ tanah} \\
 &= 0,919 + 1,219 + 2,117 \\
 &= 4,256 \text{ menit} \\
 t_2 &= \frac{50}{60 \times 1,5} \\
 &= 0,556 \text{ menit} \\
 T_c &= 4,256 + 0,556 \\
 &= 4,811 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- b. Menentukan intensitas hujan maksimum  
 Hasil perhitungan  $T_c = 4,811$  menit, kemudian diplotkan/tarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan pada kurva rencana dan intensitas hujan maksimum dapat ditentukan:



**Grafik 5.3. Kurva Basis**

Dari gambar kurva basis di atas didapatkan I (Intensitas Hujan) maks = 190 mm/jam.



- c. Perhitungan koefisien pengaliran (C)

Perkerasan :  $C = 0,95$

Bahu Jalan :  $C = 0,65$

Luar jalan :  $C = 0,60$

Menentukan luas daerah pengaliran :

Perkerasan :  $A_1 = 3 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 150 \text{ m}$

Bahu jalan :  $A_2 = 1,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 75 \text{ m}$

Luar jalan :  $A_3 = 100 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 5000 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.74) \\
 &= \frac{0,95 \times 150 + 0,65 \times 75 + 0,60 \times 5000}{150 + 75 + 5000} \\
 &= 0,611
 \end{aligned}$$

- d. Menghitung besarnya debit (Q)

$$A = 150 + 75 + 5000$$

$$= 5225 \text{ m}^2$$

$$= 0,005225 \text{ km}^2$$

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.75)$$

$$= 1/3,6 \times 0,611 \times 190 \times 0,005225$$

$$= 0,168 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- e. Saluran direncanakan terdiri dari batu kali dengan kecepatan diijinkan minimal = 1,50 m/detik dan maksimal = 3 m/detik

- f. Menghitung penampang basah selokan samping

$$\begin{aligned}
 Fd &= \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.76) \\
 &= \frac{0,168}{1,5} \\
 &= 0,112 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.27. Data Perencanaan Saluran Tepi**

<b>Lapisan Perkerasan</b>	<b>Bahan Perkerasan</b>	<b>L0</b>	<b>Nd</b>	<b>s</b>	<b>C</b>	<b>t1</b>	<b>t1 Total</b>	<b>V ijin</b>	<b>Koef Maning (n) Beton</b>
Aspal	Laston	3	0,013	0,02	0,95	0,919	4,256	1,5	0,015
Bahu	Tanah dengan rumput	1,5	0,2	0,04	0,65	1,219			
Tanah	Pemukiman Padat	100	0,10	0,06	0,6	2,117			

<b>Lapisan Perkerasan</b>	<b>Bahan Perkerasan</b>	<b>L0</b>	<b>Nd</b>	<b>s</b>	<b>C</b>	<b>t1</b>	<b>t1 Total</b>	<b>V ijin</b>	<b>Koef Maning (n) Beton</b>
Aspal	Laston	3	0,013	0,02	0,95	0,919	4,807	1,5	0,015
Bahu	Tanah dengan rumput	1,5	0,2	0,04	0,65	1,219			
Tanah	Persawahan	100	0,4	0,06	0,6	2,669			

<b>Lapisan Perkerasan</b>	<b>Bahan Perkerasan</b>	<b>L0</b>	<b>Nd</b>	<b>s</b>	<b>C</b>	<b>t1</b>	<b>t1 Total</b>	<b>V ijin</b>	<b>Koef Maning (n) Beton</b>
Aspal	Laston	3	0,013	0,02	0,95	0,919	5,135	1,5	0,015
Bahu	Tanah dengan rumput	1,5	0,2	0,04	0,65	1,219			
Tanah	Hutan	100	0,8	0,06	0,8	2,996			

Keterangan:

Lo (m) = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase

Nd = Koefisien hambatan

s = kemiringan daerah pengaliran

C = Koefisien pengaliran

t1 (menit) = Waktu inlet

Vijin = Kecepatan aliran diijinkan

**Tabel 5.28. Rekapitulasi Perhitungan Saluran Debit Arah Trenggalek-Pacitan (Kanan)**

STA	L	t1 Total	t2	Tc	I maks	A1	A2	A3	C	Q hujan	Q hujan
	(m)	(menit)	(menit)	(menit)	(mm/jam)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(m <sup>3</sup> /dtk)	Kumulatif (m <sup>3</sup> /dtk)
3+350 - 3+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
3+400 - 3+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
3+450 - 3+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
3+500 - 3+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
3+550 - 3+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
3+600 - 3+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
3+650 - 3+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
3+700 - 3+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
3+750 - 3+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,516
3+800 - 3+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,684
3+850 - 3+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,853
3+900 - 3+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,021
3+950 - 4+000	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,190
4+000 - 4+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,358
4+050 - 4+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
4+100 - 4+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,695
4+200 - 4+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
4+250 - 4+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
4+300 - 4+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
4+350 - 4+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
4+400 - 4+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
4+450 - 4+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
4+500 - 4+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
4+550 - 4+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
4+600 - 4+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,516
4+650 - 4+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,684
4+700 - 4+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,853
4+750 - 4+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,021
4+800 - 4+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,190
4+850 - 4+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,358
4+900 - 4+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
4+950 - 5+000	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
5+000 - 5+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
5+050 - 5+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
5+100 - 5+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526

5+150 - 5+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,695
5+200 - 5+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,863
5+250 - 5+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,032
5+300 - 5+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,200
5+350 - 5+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,369
5+400 - 5+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,537
5+450 - 5+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,705
5+500 - 5+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,874
5+550 - 5+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,042
5+600 - 5+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,211
5+650 - 5+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,379
5+700 - 5+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,548
5+750 - 5+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,716
5+800 - 5+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,884
5+850 - 5+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,053
5+900 - 5+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,221
5+950 - 6+000	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,390
6+000 - 6+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,558
6+050 - 6+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,727
6+100 - 6+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,895
6+150 - 6+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,063
6+200 - 6+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,232
6+250 - 6+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,400
6+300 - 6+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,569
6+350 - 6+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,737
6+400 - 6+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	6,906
6+450 - 6+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,074
6+500 - 6+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,242
6+550 - 6+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,411
6+600 - 6+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,579
6+650 - 6+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,748
6+700 - 6+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	7,916

6+750 - 6+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	8,085
6+800 - 6+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	8,253
6+850 - 6+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	8,421
6+900 - 6+950	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,166
6+950 - 7+000	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,332
7+000 - 7+050	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,497
7+050 - 7+100	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,663
7+100 - 7+150	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,829
7+150 - 7+200	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,995
7+200 - 7+250	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	1,160
7+250 - 7+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
7+300 - 7+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
7+350 - 7+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
7+400 - 7+450	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,213
7+450 - 7+500	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,426
7+500 - 7+550	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,639
7+550 - 7+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
7+600 - 7+650	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,426
7+650 - 7+700	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,213
7+700 - 7+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
7+750 - 7+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
7+800 - 7+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
7+850 - 7+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
7+900 - 7+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
7+950 - 8+000	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,213
8+000 - 8+050	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,426
8+050 - 8+100	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,639
8+100 - 8+150	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,852
8+150 - 8+200	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	1,065
8+200 - 8+250	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	1,278
8+250 - 8+300	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	1,491
8+300 - 8+350	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	1,704

**Tabel 5.29. Rekapitulasi Perhitungan Saluran Debit Arah Trenggalek-Pacitan (Kiri)**

STA	L	t1 Total	t2	Tc	Imaks	A1	A2	A3	C	Q hujan	Q hujan
	(m)	(menit)	(menit)	(menit)	(mm/jam)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(m <sup>3</sup> /dtk)	Kumulatif (m <sup>3</sup> /dtk)
3+350 - 3+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
3+400 - 3+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
3+450 - 3+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
3+500 - 3+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
3+550 - 3+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
3+600 - 3+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
3+650 - 3+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
3+700 - 3+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
3+750 - 3+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,516
3+800 - 3+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,684
3+850 - 3+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,853
3+900 - 3+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,021
3+950 - 4+000	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,190
4+000 - 4+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,358
4+050 - 4+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
4+100 - 4+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,695
4+150 - 4+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,863
4+200 - 4+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,032
4+250 - 4+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,200
4+300 - 4+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,369
4+350 - 4+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,537
4+400 - 4+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,705
4+450 - 4+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,874
4+500 - 4+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,042
4+550 - 4+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,211
4+600 - 4+650	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,166
4+650 - 4+700	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,332
4+700 - 4+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
4+750 - 4+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
4+800 - 4+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505

4+850 - 4+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
4+900 - 4+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
4+950 - 5+000	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
5+000 - 5+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
5+050 - 5+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
5+100 - 5+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,516
5+150 - 5+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,684
5+200 - 5+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,853
5+250 - 5+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,021
5+300 - 5+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,190
5+350 - 5+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,358
5+400 - 5+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,526
5+450 - 5+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,695
5+500 - 5+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,863
5+550 - 5+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,032
5+600 - 5+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,200
5+650 - 5+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,369
5+700 - 5+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,537
5+750 - 5+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,705
5+800 - 5+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	3,874
5+850 - 5+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,042
5+900 - 5+950	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,211
5+950 - 6+000	50	4,256	0,556	4,811	191	150	75	5000	0,611	0,169	4,380
6+000 - 6+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,548
6+050 - 6+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,717
6+100 - 6+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	4,885
6+150 - 6+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,054
6+200 - 6+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,222
6+250 - 6+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,391
6+300 - 6+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,559
6+350 - 6+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,727
6+400 - 6+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	5,896
6+450 - 6+500	50	5,135	0,556	5,690	183	150	75	5000	0,802	0,213	0,213
6+500 - 6+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
6+550 - 6+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337



6+600 - 6+650	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
6+650 - 6+700	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
6+700 - 6+750	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
6+750 - 6+800	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
6+800 - 6+850	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
6+850 - 6+900	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
6+900 - 6+950	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,166
6+950 - 7+000	50	4,807	0,556	5,363	187	150	75	5000	0,611	0,166	0,332
7+000 - 7+050	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,168
7+050 - 7+100	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,337
7+100 - 7+150	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,505
7+150 - 7+200	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,674
7+200 - 7+250	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	0,842
7+250 - 7+300	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,011
7+300 - 7+350	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,179
7+350 - 7+400	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,347
7+400 - 7+450	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,516
7+450 - 7+500	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,684
7+500 - 7+550	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	1,853
7+550 - 7+600	50	4,256	0,556	4,811	190	150	75	5000	0,611	0,168	2,021

Keterangan:

- L (m) = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan  
 t<sub>2</sub> (menit) = Waktu aliran  
 T<sub>c</sub> (menit) = Waktu konsentrasi  
 I maks (mm/jam) = Intensitas hujan maksimum  
 A (km<sup>2</sup>) = Luas daerah pengaliran  
 Q (m<sup>3</sup>/detik) = Debit air

### 5.4.2. Perhitungan Dimensi Saluran Tepi

Saluran tepi berbentuk persegi

a. Syarat:

$$b = 2d \quad \dots\dots\dots(2.79)$$

$$Fe = b \times d$$

$$Fe = Fd$$

$$b \times d = 0,112 \text{ m}^2$$

$$2d^2 = 0,112 \text{ m}^2$$

$$d = 0,24 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$b = 2d$$

$$= 2 \times 0,24$$

$$= 0,47 \text{ m} \approx 0,7 \text{ m}$$

b. Perhitungan tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{(0,5 d)} \quad \dots\dots\dots(2.78)$$

$$= \sqrt{(0,5 \times 1)}$$

$$= 0,7 \text{ m}$$

c. Kontrol kecepatan aliran Valiran < V ijin

Koefisien manning (n) ditentukan dari Tabel 5.27 = 0,015

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(2.82)$$

- Menghitung jari-jari hidrolis

$$R = Fd/P \quad \dots\dots\dots(2.83)$$

$$= 0,112 / (b + 2d)$$

$$= 0,112 / (0,7 + (2 \times 1))$$

$$= 0,042 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan (i lapangan)

$$\text{Elevasi STA } 3+350 = 66,76$$

$$\text{Elevasi STA } 3+400 = 65,93$$

$$i_{\text{lapangan}} = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.81)$$

$$= \frac{66,76 - 65,93}{50} \times 100\%$$

$$= 0,017 \%$$

Perhitungan kecepatan aliran

$$V_{\text{aliran}} = \frac{1}{0,015} \times 0,042^{\frac{2}{3}} \times 0,017^{\frac{1}{2}} \dots\dots(2.82)$$

$$= 1,031 \text{ m/detik}$$

Maka,  $V_{\text{aliran}}$  memenuhi syarat.

$V_{\text{aliran}} < V_{\text{ijin}}$ ;  $1,031 \text{ m/detik} < 1,5 \text{ m/detik}$  OK

- Perhitungan debit

$Q_{\text{hujan}} = 0,168 \text{ m}^3/\text{detik}$

$$Q_{\text{saluran}} = A \times V \dots\dots\dots(2.77)$$

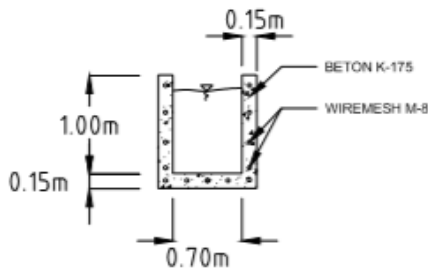
$$= (b \times d) \times 1,031$$

$$= (0,7 \times 1) \times 1,031$$

$$= 0,722 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Maka, memenuhi syarat.

$\text{debitsaluran} > \text{debithujan}$ ;  $0,722 > 0,168$  OK



**Gambar 5.2. Detail Rencana Saluran Tepi Segi Empat**

**Tabel 5.30. Rekapitulasi Perhitungan Kontrol Saluran Tepi Data Lapangan (Kanan)**

STA	Elevasi		L (m)	Fd	Dimensi Saluran		Luas		Keliling Basah Saluran w P = b + 2d √0,5 d	Tinggi Jagaan w	Jari-Jari Hidrois R Fd/P	Kemiringan Lapangan (i Lapangan) t1-42/L*100%	Kecepatan Aliran V 1/nxR <sup>2/3</sup> x1 <sup>1/2</sup>	Debit Saluran A x V (m <sup>3</sup> /detik)	Debit yang Dihasilkan (m <sup>3</sup> /detik)	Kontrol Terhadap Debit dan Kecepatan
	Awal	Akhir			Lebar b	Tinggi d	Penampang Basah A = b x d	S								
3+350 - 3+400	65,93	66,76	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,017	1,031	0,722	0,168	OKE	
3+400 - 3+450	66,76	67,65	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,018	1,695	1,186	0,337	OKE	
3+450 - 3+500	67,65	68,70	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,021	2,412	1,689	0,505	OKE	
3+500 - 3+550	68,70	68,03	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,013	2,334	1,634	0,674	OKE	
3+550 - 3+600	68,03	68,42	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,008	2,074	1,452	0,842	OKE	
3+600 - 3+650	68,42	68,90	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,010	2,581	1,807	1,011	OKE	
3+650 - 3+700	68,68	69,70	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,020	4,172	2,921	1,179	OKE	
3+700 - 3+750	69,70	70,49	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,016	4,036	2,825	1,347	OKE	
3+750 - 3+800	70,49	71,21	50	1,011	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,374	0,014	4,155	2,908	1,516	OKE	
3+800 - 3+850	71,21	72,26	50	1,123	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,416	0,021	5,383	3,768	1,684	OKE	
3+850 - 3+900	72,26	73,80	50	1,235	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,457	0,031	6,946	4,862	1,853	OKE	
3+900 - 3+950	72,80	71,98	50	1,347	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,499	0,016	5,371	3,760	2,021	OKE	
3+950 - 4+000	71,98	70,18	50	1,460	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,541	0,036	8,394	5,876	2,190	OKE	
4+000 - 4+050	70,18	68,29	50	1,572	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,582	0,038	9,037	6,326	2,358	OKE	
4+050 - 4+100	68,29	69,30	50	1,684	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,624	0,020	6,918	4,842	2,526	OKE	
4+100 - 4+150	68,17	69,03	50	1,797	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,665	0,017	6,664	4,665	2,695	OKE	
4+200 - 4+250	71,25	69,50	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,035	1,497	1,048	0,168	OKE	
4+250 - 4+300	69,50	68,49	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,020	1,805	1,264	0,337	OKE	
4+300 - 4+350	70,13	72,27	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,043	3,446	2,412	0,505	OKE	
4+350 - 4+400	72,27	74,45	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,043	4,204	2,943	0,674	OKE	
4+400 - 4+450	74,45	75,33	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,018	3,109	2,177	0,842	OKE	
4+450 - 4+500	75,33	75,93	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,012	2,892	2,024	1,011	OKE	
4+500 - 4+550	75,93	76,53	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,012	3,205	2,244	1,179	OKE	
4+550 - 4+600	76,53	77,13	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,012	3,506	2,454	1,347	OKE	
4+600 - 4+650	77,13	77,73	50	1,011	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,374	0,012	3,790	2,653	1,516	OKE	
4+650 - 4+700	77,73	78,33	50	1,123	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,416	0,012	4,065	2,846	1,684	OKE	
4+700 - 4+750	78,33	78,93	50	1,235	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,457	0,012	4,336	3,035	1,853	OKE	
4+750 - 5+000	78,93	79,53	50	1,347	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,499	0,012	4,591	3,214	2,021	OKE	
5+000 - 5+050	79,53	80,12	50	1,460	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,541	0,012	4,843	3,390	2,190	OKE	
5+050 - 5+100	80,12	81,62	50	1,572	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,582	0,030	8,027	5,619	2,358	OKE	

5+100 - 5+150	81,62	80,89	50	1,684	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,624	0,014	5,861	4,103	2,526	OKE
5+150 - 5+200	80,72	81,79	50	1,797	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,665	0,021	7,419	5,193	2,695	OKE
5+200 - 5+250	80,79	81,83	50	1,909	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,707	0,021	7,634	5,344	2,863	OKE
5+250 - 5+300	81,83	83,25	50	2,021	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,749	0,028	9,262	6,484	3,032	OKE
5+300 - 5+350	83,25	84,44	50	2,133	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,790	0,024	8,776	6,143	3,200	OKE
5+350 - 5+400	84,44	82,71	50	2,246	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,832	0,035	10,955	7,668	3,369	OKE
5+400 - 5+450	82,71	83,56	50	2,358	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,873	0,017	7,942	5,559	3,537	OKE
5+450 - 5+500	83,56	84,78	50	2,470	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,915	0,024	9,814	6,870	3,705	OKE
5+500 - 5+550	84,78	85,78	50	2,583	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,956	0,020	9,153	6,407	3,874	OKE
5+550 - 5+600	85,78	84,60	50	2,695	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,998	0,024	10,228	7,160	4,042	OKE
5+600 - 5+650	84,60	85,89	50	2,807	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,040	0,026	10,990	7,693	4,211	OKE
5+650 - 5+700	85,89	85,00	50	2,919	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,081	0,018	9,370	6,559	4,379	OKE
5+700 - 5+750	85,00	85,95	50	3,032	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,123	0,019	9,927	6,949	4,548	OKE
5+750 - 5+800	85,95	86,89	50	3,144	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,164	0,019	10,117	7,082	4,716	OKE
5+800 - 5+850	86,89	85,89	50	3,256	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,206	0,020	10,682	7,478	4,884	OKE
5+850 - 5+900	85,89	86,89	50	3,369	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,248	0,020	10,926	7,648	5,053	OKE
5+900 - 5+950	86,89	87,90	50	3,481	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,289	0,020	11,224	7,856	5,221	OKE
5+950 - 6+000	87,90	89,10	50	3,593	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,331	0,024	12,495	8,747	5,390	OKE
6+000 - 6+050	89,10	88,01	50	3,705	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,372	0,022	12,156	8,509	5,558	OKE
6+050 - 6+100	88,01	89,70	50	3,818	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,414	0,034	15,440	10,808	5,727	OKE
6+100 - 6+150	88,41	89,90	50	3,930	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,456	0,030	14,771	10,340	5,895	OKE
6+150 - 6+200	89,90	88,10	50	4,042	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,497	0,036	16,554	11,588	6,063	OKE
6+200 - 6+250	88,10	89,80	50	4,155	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,539	0,034	16,384	11,469	6,232	OKE
6+250 - 6+300	89,80	88,48	50	4,267	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,580	0,026	14,713	10,299	6,400	OKE
6+300 - 6+350	88,45	89,67	50	4,379	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,622	0,024	14,393	10,075	6,569	OKE
6+350 - 6+400	88,57	89,91	50	4,491	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,663	0,027	15,328	10,730	6,737	OKE
6+400 - 6+450	89,91	91,65	50	4,604	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,705	0,035	17,745	12,421	6,906	OKE
6+450 - 6+500	91,65	94,70	50	4,716	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,747	0,061	23,881	16,716	7,074	OKE
6+500 - 6+550	94,70	96,34	50	4,828	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,788	0,033	17,788	12,452	7,242	OKE
6+550 - 6+600	96,34	93,58	50	4,941	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,830	0,055	23,432	16,403	7,411	OKE
6+600 - 6+650	93,58	91,89	50	5,053	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,871	0,034	18,613	13,029	7,579	OKE
6+650 - 6+700	91,89	94,66	50	5,165	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,913	0,055	24,172	16,921	7,748	OKE
6+700 - 6+750	94,66	97,26	50	5,277	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,955	0,052	23,756	16,629	7,916	OKE
6+750 - 6+800	97,26	99,57	50	5,390	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,996	0,046	22,737	15,916	8,085	OKE
6+800 - 6+850	99,57	101,64	50	5,502	0,7	1	0,7	2,7	0,7	2,038	0,041	21,797	15,258	8,253	OKE

6+850 - 6+900	101,64	103,70	50	5,614	0,7	1	0,7	2,7	0,7	2,079	0,041	22,050	15,435	8,421	OKE
6+900 - 6+950	103,70	104,90	50	0,111	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,041	0,024	1,226	0,858	0,166	OKE
6+950 - 7+000	104,90	105,90	50	0,221	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,082	0,020	1,779	1,245	0,332	OKE
7+000 - 7+050	105,89	106,95	50	0,332	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,123	0,021	2,398	1,679	0,497	OKE
7+050 - 7+100	105,95	105,52	50	0,442	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,164	0,009	1,855	1,298	0,663	OKE
7+100 - 7+150	105,52	106,14	50	0,553	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,205	0,012	2,572	1,800	0,829	OKE
7+150 - 7+200	106,14	104,85	50	0,663	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,246	0,026	4,206	2,944	0,995	OKE
7+200 - 7+250	104,85	105,70	50	0,774	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,287	0,017	3,789	2,652	1,160	OKE
7+250 - 7+300	104,60	105,51	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,018	1,081	0,757	0,168	OKE
7+300 - 7+350	104,51	106,56	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,041	2,570	1,799	0,337	OKE
7+350 - 7+400	106,56	111,17	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,092	5,054	3,538	0,505	OKE
7+400 - 7+450	111,17	116,11	50	0,142	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,053	0,099	2,942	2,059	0,213	OKE
7+450 - 7+500	116,11	121,05	50	0,284	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,105	0,099	4,670	3,269	0,426	OKE
7+500 - 7+550	121,05	125,99	50	0,426	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,158	0,099	6,120	4,284	0,639	OKE
7+550 - 7+600	125,99	130,92	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,099	2,512	1,759	0,168	OKE
7+600 - 7+650	130,92	135,63	50	0,284	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,105	0,094	4,564	3,195	0,426	OKE
7+650 - 7+700	135,63	140,07	50	0,142	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,053	0,089	2,788	1,951	0,213	OKE
7+700 - 7+750	140,07	144,29	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,085	2,326	1,628	0,168	OKE
7+750 - 7+800	144,29	147,74	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,069	3,333	2,333	0,337	OKE
7+800 - 7+850	147,74	149,61	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,038	3,223	2,256	0,505	OKE
7+850 - 7+900	149,61	151,72	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,042	4,137	2,896	0,674	OKE
7+900 - 7+950	151,72	153,34	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,032	4,216	2,951	0,842	OKE
7+950 - 8+000	151,82	153,47	50	0,142	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,053	0,033	1,697	1,188	0,213	OKE
8+000 - 8+050	153,47	156,60	50	0,284	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,105	0,063	3,718	2,603	0,426	OKE
8+050 - 8+100	156,60	160,27	50	0,426	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,158	0,073	5,275	3,692	0,639	OKE
8+100 - 8+150	160,27	163,94	50	0,568	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,210	0,073	6,389	4,472	0,852	OKE
8+150 - 8+200	163,94	167,61	50	0,710	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,263	0,073	7,419	5,193	1,065	OKE
8+200 - 8+250	167,61	172,73	50	0,852	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,316	0,102	9,890	6,923	1,278	OKE
8+250 - 8+300	172,73	175,10	50	0,994	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,368	0,047	7,457	5,220	1,491	OKE
8+300 - 8+350	175,10	177,68	50	1,136	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,421	0,052	8,505	5,953	1,704	OKE

**Tabel 5.31. Rekapitulasi Perhitungan Kontrol Saluran Tepi Data Lapangan (Kiri)**

STA	Elevasi		L (m)	Fd	Dimensi Saluran		Luas Penampang Basah A = b x d	Keliling Basah Saluran P = b + 2d	Tinggi Jagaan w √0,5 d	Jari-Jari Hidrolis R Fd/P	Kemiringan Lapangan (i Lapangan) V	Kecepatan Aliran V 1/nxR <sup>2/3</sup> xi <sup>1/2</sup>	Debit Saluran A x V (m3/detik)	Debit yang Dihasilkan (m3/detik)	Kontrol Terhadap Debit dan Kecepatan
	Awal	Akhir			Lebar b	Tinggi d									
3+350 - 3+400	65,93	66,76	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,017	1,031	0,722	0,168	OKE
3+400 - 3+450	66,76	67,65	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,018	1,695	1,186	0,337	OKE
3+450 - 3+500	67,65	68,70	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,021	2,412	1,689	0,505	OKE
3+500 - 3+550	67,66	68,03	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,007	1,735	1,214	0,674	OKE
3+550 - 3+600	68,03	68,42	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,008	2,074	1,452	0,842	OKE
3+600 - 3+650	68,42	68,90	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,010	2,581	1,807	1,011	OKE
3+650 - 3+700	68,68	69,70	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,020	4,172	2,921	1,179	OKE
3+700 - 3+750	69,70	70,49	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,016	4,036	2,825	1,347	OKE
3+750 - 3+800	70,49	71,21	50	1,011	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,374	0,014	4,155	2,908	1,516	OKE
3+800 - 3+850	71,21	72,26	50	1,123	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,416	0,021	5,383	3,768	1,684	OKE
3+850 - 3+900	72,26	73,80	50	1,235	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,457	0,031	6,946	4,862	1,853	OKE
3+900 - 3+950	72,80	71,98	50	1,347	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,499	0,016	5,371	3,760	2,021	OKE
3+950 - 4+000	71,98	70,18	50	1,460	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,541	0,036	8,394	5,876	2,190	OKE
4+000 - 4+050	70,18	68,29	50	1,572	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,582	0,038	9,037	6,326	2,358	OKE
4+050 - 4+100	68,29	69,30	50	1,684	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,624	0,020	6,918	4,842	2,526	OKE
4+100 - 4+150	68,17	69,03	50	1,797	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,665	0,017	6,664	4,665	2,695	OKE
4+150 - 4+200	69,03	70,13	50	1,909	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,707	0,022	7,847	5,493	2,863	OKE
4+200 - 4+250	71,25	69,50	50	2,021	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,749	0,035	10,282	7,198	3,032	OKE
4+250 - 4+300	69,50	67,49	50	2,133	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,790	0,040	11,424	7,997	3,200	OKE
4+300 - 4+350	67,49	68,90	50	2,246	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,832	0,028	9,901	6,931	3,369	OKE
4+350 - 4+400	68,90	68,10	50	2,358	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,873	0,016	7,705	5,393	3,537	OKE
4+400 - 4+450	68,10	69,10	50	2,470	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,915	0,020	8,885	6,220	3,705	OKE
4+450 - 4+500	69,10	70,13	50	2,583	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,956	0,021	9,293	6,505	3,874	OKE
4+500 - 4+550	70,13	72,27	50	2,695	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,998	0,043	13,784	9,649	4,042	OKE
4+550 - 4+600	72,27	74,45	50	2,807	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,040	0,043	14,263	9,984	4,211	OKE

4+600 - 4+650	74,45	75,33	50	0,111	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,041	0,018	1,052	0,737	0,166	OKE
4+650 - 4+700	75,33	75,93	50	0,221	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,082	0,012	1,376	0,963	0,332	OKE
4+700 - 4+750	75,93	76,53	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,012	0,876	0,613	0,168	OKE
4+750 - 4+800	76,53	77,13	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,012	1,392	0,974	0,337	OKE
4+800 - 4+850	77,13	77,73	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,012	1,822	1,275	0,505	OKE
4+850 - 4+900	77,73	78,33	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,012	2,207	1,545	0,674	OKE
4+900 - 4+950	78,33	78,93	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,012	2,563	1,794	0,842	OKE
4+950 - 5+000	78,93	79,53	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,012	2,892	2,024	1,011	OKE
5+000 - 5+050	79,53	80,12	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,012	3,205	2,244	1,179	OKE
5+050 - 5+100	80,12	80,62	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,010	3,172	2,220	1,347	OKE
5+100 - 5+150	81,62	80,89	50	1,011	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,374	0,014	4,169	2,918	1,516	OKE
5+150 - 5+200	80,72	81,79	50	1,123	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,416	0,021	5,423	3,796	1,684	OKE
5+200 - 5+250	80,79	81,83	50	1,235	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,457	0,021	5,711	3,998	1,853	OKE
5+250 - 5+300	81,83	83,25	50	1,347	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,499	0,028	7,068	4,948	2,021	OKE
5+300 - 5+350	83,25	84,44	50	1,460	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,541	0,024	6,814	4,770	2,190	OKE
5+350 - 5+400	84,44	82,71	50	1,572	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,582	0,035	8,636	6,045	2,358	OKE
5+400 - 5+450	82,71	83,56	50	1,684	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,624	0,017	6,346	4,442	2,526	OKE
5+450 - 5+500	83,56	84,78	50	1,797	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,665	0,024	7,937	5,556	2,695	OKE
5+500 - 5+550	84,78	85,78	50	1,909	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,707	0,020	7,482	5,238	2,863	OKE
5+550 - 5+600	85,78	84,60	50	2,021	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,749	0,024	8,443	5,910	3,032	OKE
5+600 - 5+650	84,60	85,89	50	2,133	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,790	0,026	9,152	6,407	3,200	OKE
5+650 - 5+700	85,89	85,00	50	2,246	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,832	0,018	7,866	5,506	3,369	OKE
5+700 - 5+750	85,00	85,95	50	2,358	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,873	0,019	8,396	5,877	3,537	OKE
5+750 - 5+800	85,95	86,89	50	2,470	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,915	0,019	8,615	6,030	3,705	OKE
5+800 - 5+850	86,89	85,89	50	2,583	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,956	0,020	9,153	6,407	3,874	OKE
5+850 - 5+900	85,89	86,89	50	2,695	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,998	0,020	9,416	6,591	4,042	OKE
5+900 - 5+950	86,89	87,90	50	2,807	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,040	0,020	9,724	6,807	4,211	OKE
5+950 - 6+000	87,90	89,10	50	2,920	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,081	0,024	10,882	7,617	4,380	OKE
6+000 - 6+050	89,10	88,01	50	3,032	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,123	0,022	10,635	7,445	4,548	OKE
6+050 - 6+100	88,24	89,70	50	3,145	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,165	0,029	12,598	8,818	4,717	OKE



6+100 - 6+150	88,41	89,90	50	3,257	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,206	0,030	13,032	9,122	4,885	OKE
6+150 - 6+200	89,90	88,10	50	3,369	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,248	0,036	14,661	10,263	5,054	OKE
6+200 - 6+250	88,10	89,80	50	3,481	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,289	0,034	14,563	10,194	5,222	OKE
6+250 - 6+300	89,80	88,48	50	3,594	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,331	0,026	13,122	9,185	5,391	OKE
6+300 - 6+350	88,45	89,67	50	3,706	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,373	0,024	12,877	9,014	5,559	OKE
6+350 - 6+400	88,57	89,91	50	3,818	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,414	0,027	13,755	9,629	5,727	OKE
6+400 - 6+450	89,91	91,16	50	3,931	0,7	1	0,7	2,7	0,7	1,456	0,025	13,529	9,470	5,896	OKE
6+450 - 6+500	91,16	94,65	50	0,142	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,053	0,070	2,475	1,732	0,213	OKE
6+500 - 6+550	94,66	97,26	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,052	1,824	1,277	0,168	OKE
6+550 - 6+600	94,43	90,90	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,071	3,377	2,364	0,337	OKE
6+600 - 6+650	90,90	91,50	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,012	1,829	1,281	0,505	OKE
6+650 - 6+700	90,92	94,66	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,075	5,511	3,858	0,674	OKE
6+700 - 6+750	94,66	97,26	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,052	5,334	3,734	0,842	OKE
6+750 - 6+800	97,26	99,57	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,046	5,684	3,979	1,011	OKE
6+800 - 6+850	99,57	101,64	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,041	5,957	4,170	1,179	OKE
6+850 - 6+900	101,64	103,39	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,035	5,992	4,194	1,347	OKE
6+900 - 6+950	103,39	104,90	50	0,111	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,041	0,030	1,375	0,962	0,166	OKE
6+950 - 7+000	104,90	105,89	50	0,221	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,082	0,020	1,774	1,242	0,332	OKE
7+000 - 7+050	105,95	105,52	50	0,112	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,042	0,009	0,744	0,521	0,168	OKE
7+050 - 7+100	105,95	105,52	50	0,225	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,083	0,009	1,181	0,827	0,337	OKE
7+100 - 7+150	105,52	105,14	50	0,337	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,125	0,008	1,457	1,020	0,505	OKE
7+150 - 7+200	106,14	104,85	50	0,449	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,166	0,026	3,244	2,271	0,674	OKE
7+200 - 7+250	104,85	105,70	50	0,561	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,208	0,017	3,060	2,142	0,842	OKE
7+250 - 7+300	104,60	105,51	50	0,674	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,250	0,018	3,569	2,498	1,011	OKE
7+300 - 7+350	104,51	106,56	50	0,786	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,291	0,041	5,925	4,147	1,179	OKE
7+350 - 7+400	106,56	111,17	50	0,898	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,333	0,092	9,718	6,803	1,347	OKE
7+400 - 7+450	111,17	116,11	50	1,011	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,374	0,099	10,883	7,618	1,516	OKE
7+450 - 7+500	116,11	121,05	50	1,123	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,416	0,099	11,675	8,173	1,684	OKE
7+500 - 7+550	121,05	125,99	50	1,235	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,457	0,099	12,441	8,709	1,853	OKE
7+550 - 7+600	125,99	130,92	50	1,347	0,7	1	0,7	2,7	0,7	0,499	0,099	13,168	9,218	2,021	OKE

### 5.4.3. Perhitungan Gorong-Gorong

#### Perencanaan gorong-gorong STA

Gorong-gorong akan mengalirkan air dari saluran tepi kiri pada STA 4+000 - 4+500 ke saluran tepi kanan.

Syarat perencanaan

$$d = 0,8D$$

$$F = 1/8 \times (\theta - \sin \theta) \times D^2$$

$$\Theta = 4,5 \text{ radial}$$

a. Perhitungan dimensi gorong gorong

$$F = 1/8 \times (4,5 - \sin 4,5) \times D^2$$

$$Fe = 0,685D^2$$

$$Fd = 0,112 \text{ m}^2$$

$$Fe = Fd$$

$$0,685D^2 = 0,112 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{0,685/0,112}$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

$$d = 0,8 D$$

$$d = 0,8 \times 0,4$$

$$= 0,3 \text{ m} \approx 30 \text{ cm}$$

Perencanaan gorong-gorong selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

**Tabel 5.32. Rekapitulasi Gorong-Gorong (Kanan)**

STA	Fd Luas Penampang	Fe Luas Penampang Ekonomis	D (m)	d (m)
3+360	0,112	0,685D <sup>2</sup>	0,4	0,3
3+403	0,225	0,685D <sup>2</sup>	0,6	0,5
3+575	0,561	0,685D <sup>2</sup>	0,9	0,7
3+865	1,235	0,685D <sup>2</sup>	1,3	1,1
4+025	1,572	0,685D <sup>2</sup>	1,5	1,2
4+870	1,123	0,685D <sup>2</sup>	1,3	1,0
5+810	3,256	0,685D <sup>2</sup>	2,2	1,7
5+940	2,920	0,685D <sup>2</sup>	2,1	1,7
6+375	4,491	0,685D <sup>2</sup>	2,6	2,0
6+510	4,828	0,685D <sup>2</sup>	2,7	2,1
7+050	0,332	0,685D <sup>2</sup>	0,7	0,6
7+300	0,225	0,685D <sup>2</sup>	0,6	0,5
7+990	0,142	0,685D <sup>2</sup>	0,5	0,4

**Tabel 5.33. Rekapitulasi Gorong-Gorong (Kiri)**

STA	Fd  Luas Penampang	Fe  Luas Penampang Ekonomis	D (m)	d (m)
3+665	0,786	0,685D <sup>2</sup>	1,1	0,9
4+425	2,470	0,685D <sup>2</sup>	1,9	1,5
4+570	2,807	0,685D <sup>2</sup>	2,0	1,6
4+790	0,225	0,685D <sup>2</sup>	0,6	0,5
4+930	0,561	0,685D <sup>2</sup>	0,9	0,7
5+150	1,123	0,685D <sup>2</sup>	1,3	1,0
5+450	1,797	0,685D <sup>2</sup>	1,6	1,3
5+520	1,909	0,685D <sup>2</sup>	1,7	1,3
5+600	2,133	0,685D <sup>2</sup>	1,8	1,4
5+810	2,583	0,685D <sup>2</sup>	1,9	1,6
5+925	2,807	0,685D <sup>2</sup>	2,0	1,6
6+140	3,257	0,685D <sup>2</sup>	2,2	1,7
6+800	0,786	0,685D <sup>2</sup>	1,1	0,9
7+300	0,786	0,685D <sup>2</sup>	1,1	0,9
7+450	1,123	0,685D <sup>2</sup>	1,3	1,0

Keterangan:

D = Garis tengah selokan bentuk lingkaran (m)

d = Tinggi selokan yang tergenang air (m)

### **5.5. Metode Pelaksanaan Peningkatan Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350 dengan Menggunakan *Flexible Pavement***

*Flexible Pavement* atau perkerasan lentur adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan saat melintas di atasnya.

Adapun tahapan pekerjaan peningkatan jalan pada ruas tersebut, antara lain:

### 5.5.1. Pekerjaan Persiapan

Proyek pembangunan ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350 ini diawali dengan pekerjaan persiapan, yang meliputi:

1. Pembuatan Direksi Keet (Kantor lapangan)  
Pembuatan direksi keet ini ditujukan untuk mempermudah pekerjaan yang bersifat administratif selama proyek berlangsung.
2. Mobilisasi  
Mobilisasi seluruh peralatan yang akan dipergunakan dalam proyek ini didatangkan dan ditempatkan di sekitar lokasi proyek. Adapun alat-alat yang digunakan selama pelaksanaan proyek peningkatan ruas jalan ini, adalah:
  - a. *Asphalt Finisher*
  - b. *Three Well*
  - c. *Tandem Roller*
  - d. *Pneumatic Tired Roller*
  - e. *Water Tank Truck*
  - f. *Dump Truck*
3. Manajemen Lalu Lintas dan Keselamatan  
Manajemen lalu lintas dan keselamatan meliputi pemasangan rambu-rambu dan disediakannya *flagman*, karena proyek ini dikerjakan langsung pada lokasi jalan raya maka keamanan dan keselamatan serta kelancaran lalu lintas perlu diperhatikan. Contoh manajemen lalu lintas dan keselamatan yang dilakukan pada proyek ini seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 5.3. Rambu-Rambu Peringatan**

*Sumber: Google*

4. Pekerjaan Pengukuran (*Surveying*)  
 Pekerjaan pengukuran dilakukan oleh *surveyor* menggunakan *waterpass*, *statif*, rambu ukur dan rol meter. Hal yang baru ditentukan pada awal pekerjaan pengukuran adalah:
  - a. Melakukan pengukuran sesuai gambar rencana yang telah disetujui.
  - b. Melakukan pengecatan pada patok *stasioning* yang telah ditentukan sebagai tanda.
  - c. Mengecek hasil pelaksanaan pengukuran.
 Proses pelaksanaan pekerjaan pengukuran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 5.4. Survei Pengukuran Lokasi**

*Sumber: Dok. Proyek Jalan Trenggalek-Pacitan Tahun 2011*

Dari hasil survei yang dilakukan digunakan untuk memperoleh stasioning yang nantinya dijadikan patokan untuk pekerjaan.

### 5.5.2. Pekerjaan Penghamparan

Adapun tahap-tahap yang harus dilakukan untuk proses penghamparan, antara lain:

1. Tahap Perbaikan Terhadap Kerusakan-Kerusakan/ Lubang yang Ada.

Sebelum dilakukan overlay, maka mutlak dibutuhkan survey/pemeriksaan kondisi pada lokasi yang akan direhabilitasi dengan tujuan untuk menginventarisasi tingkat kerusakan dan menentukan jenis penanganan selanjutnya. Bilamana permukaan yang akan dilapisi termasuk perataan setempat dalam kondisi rusak, menunjukkan ketidakstabilan, atau permukaan aspal lama telah berubah bentuk secara berlebihan atau tidak melekat dengan baik dengan lapisan di bawahnya, maka harus dilakukan pembongkaran atau dengan cara perataan kembali, semua bahan yang lepas atau lunak harus dibuang dan permukaannya dibersihkan atau diperbaiki terlebih dahulu (ditambal) dengan menggunakan campuran aspal. Bilamana permukaan yang akan dilapisi terdapat atau mengandung sejumlah bahan dengan rongga dalam campuran yang tidak memadai, sebagaimana yang ditunjukkan dengan adanya kelelahan plastis dan/atau kegemukan (*bleeding*), seluruh lapisan dengan bahan plastis ini harus dibongkar (diganti dengan bahan baru). Diperlukan pekerjaan *patching* pada bagian jalan yang secara struktur telah mengalami rusak/pecah, dan pada lokasi-lokasi yang berlubang harus terlebih dahulu dilakukan penambalan.

2. Pekerjaan Pembersihan  
Pekerjaan pembersihan permukaan jalan ekisting dari debu dan kerikil, dengan melakukn penyemprotan menggunakan *compressor*.
3. Pekerjaan Penyemprotan Lapis Perekat (*Tack Coat*)  
Setelah lubang dibersihkan dengan menggunakan *compressor* dan alat bantu, selanjutnya dilakukan pelaburan *Tack Coat (Residu Bitumen)* dengan menggunakan *Asphalt Sprayer* dengan volume 0,15-0,35 liter/m<sup>2</sup>, pada suhu berkisar 100-120°C. Tujuan dilakukannya pelapisan *tack coat* ini adalah untuk menambah daya ikat antara jalan ekisting dengan campuran aspal baru. Batas Permukaan yang akan disemprot oleh setiap lintasan penyemprotan diukur dan ditandai dengan cat atau benang. Distributor aspal mulai bergerak kira-kira 5 meter sebelum daerah yang akan disemprot. Kecepatan laju dijaga konstan sampai melalui titik akhir dicek apakah telah merata, untuk lapis perekat disemprotkan hanya sebentar (kira-kira setebal kertas saat pengujian nilai kerataan), sebelum penghamparan lapis aspal di atasnya untuk memperoleh kondisi kelengketan yang tepat.



**Gambar 5.5. Pekerjaan Penyemprotan Tack Coat**

*Sumber: Google*

#### 4. Proses penghamparan

Tahap pekerjaan *overlay* dengan menggunakan Laston. Laston dihampar pada seluruh permukaan jalan dengan tebal padat rencana 3cm. Sebelum memulai penghamparan, sepatu (*screed*) alat penghampar harus dipanaskan, campuran aspal harus dihampar dan diratakan sesuai kelandaian, elevasi, serta bentuk penampang melintang yang disyaratkan. Apabila penghamparan dilaksanakan pada malam hari maka harus disediakan penerangan secukupnya. Ketebalan hamparan diatur pada alat *Asphalt Finisher* sesuai dengan ketebalan yang ditentukan. Apabila tebal hamparan lebih dari satu lapis maka toleransi ketebalan harus memenuhi persyaratan dan spesifikasi. Mesin vibrasi pada alat penghampar harus dijalankan selama penghamparan dan pembentukan. Temperatur penghamparan  $\pm 155^{\circ}\text{C}$ . Alat penghampar dioperasikan dengan kecepatan yang tetap agar tidak menyebabkan retak permukaan, koyakan atau bentuk ketidakrataan lainnya. Adapun tahapan lebih detail proses penghamparan, sebagai berikut:

- a. Tempatkan *Asphalt Finisher* pada jalur di titik awal pekerjaan, sebelumnya *Asphalt Finisher* distel terlebih dahulu, sehingga mampu menghampar dan membentuk campuran aspal sesuai dengan garis, kelandaian serta penampang melintang yang diperlukan.





**Gambar 5.6. Penempatan *Asphalt Finisher* pada Titik Awal**

*Sumber: Google*

- b. Tempatkan *Dump Truck* di depan alat penadah (*Hopper*) dari *Asphalt Finisher* lalu tuangkan campuran aspal ke dalam *Hopper*.



**Gambar 5.7. Masuknya *Hotmix* ke dalam *Hopper* pada *Asphalt Finisher***

*Sumber: Google*

- c. Setelah *hotmix* berada di dalam *Hopper* dan siap untuk dihamparkan, segera operasikan *Asphalt Finisher*. Nyalakan mesin vibrasi selama penghamparan agar campuran aspal terdistribusi secara merata.



**Gambar 5.8. Pekerjaan Penghamparan dengan Menggunakan Asphalt Finisher**

*Sumber: Google*

- d. Para pekerja meratakan campuran aspal yang dikeluarkan dari Asphalt Finisher dengan menggunakan sekop dan *lacker*, agar campuran aspal merata. Kegiatan meratakan campuran aspal dapat dilihat pada Gambar 6.7.



**Gambar 5.9. Aspal Diratakan dengan Menggunakan Sekop dan Lacker**

*Sumber: Google*

- e. Periksa ketebalan hasil penghamparan dengan menggunakan alat ukur sederhana yang terbuat dari tulangan yang telah ditandai, setelah campuran diratakan.
- f. Segera isi ulang aspal ke dalam *Hopper* apabila campuran aspal akan habis. Jika tersisa campuran aspal pada *Hopper*, suhunya tidak boleh lebih rendah dari suhu penghamparan.

### 5.5.3. Pekerjaan Pemadatan

Setelah pekerjaan penghamparan selesai kemudian dilakukan pekerjaan pemadatan. Pekerjaan ini adalah pekerjaan tahap akhir dari rangkaian pekerjaan lapis perkerasan lentur. Pekerjaan ini dilakukan secara berulang kali dengan tujuan mendapatkan hasil yang maksimal. Alat yang digunakan pada pekerjaan pemadatan ini adalah *Three Wheel*, *Pneumatic Tired Roller*, dan *Thundem Roller*. Pemadatan dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu:

#### 1. Pemadatan Awal

Alat yang digunakan adalah *Three Wheels*, dengan kecepatan 2,5 km/jam. Pemadatan dilakukan dari tepi ruas penghamparan ke tepi lainnya kemudian ke bagian tengah lintasan. Ini dilakukan dengan tujuan agar permukaan jalan mendapatkan kemiringan yang ideal dan tidak mengalami penurunan. Agar campuran aspal panas tidak melekat pada roda *Three Wheels*, maka roda *Three Wheels* dibasahi secukupnya dengan menggunakan air. Di lapangan pemadatan awal menggunakan *Three Wheels* sebanyak 2 lintasan dengan berat *Three Weels* 3 Ton. Kegiatan pemadatan awal dapat dilihat pada Gambar 6.8.



**Gambar 5.10. Pemadatan Awal Menggunakan *Three Weels***

*Sumber: Google*

## 2. Pemadatan Antara

Alat yang digunakan untuk proses pemadatan antara adalah *Pneumatic Tired Roller* dengan kecepatan 2,5 km/jam. Alat ini ampu dioperasikan pada tekanan ban pompa 6,0-6,5 kg/cm<sup>2</sup> (90-100psi). Pemadatan dilakukan segera setelah pemadatan awal selesai dikerjakan. Tujuan dari pemadatan antara ini adalah agar aspal hasil pemadatan awal tidak mengalami penurunan (*Settle Down*).

Proses dan arah pemadatan kedua ini sama dengan proses pemadatan pertama, hanya jumlah *passing*-nya lebih banyak, yaitu 16 *passing* untuk satu lebar jalan. Selain itu, ban gilas harus di semprot air dan pembantu operator juga membantu membersihkan ban karet dengan menyemprotkan kerosin lalu permukaan ban dibersihkan dari campuran yang menempel dengan menggunakan kain, selagi *PTR* melakukan pemadatan alat ini menyemprotkan air pada campuran aspal panas, hal ini bertujuan untuk mencegah *hotmix* menempel pada ban. Kegiatan pemadatan kedua dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 5.11. Pemadatan Antara dengan Pneumatic Tired Roller**

*Sumber: Google*



**Gambar 5.12. Pembantu Operator Menyemprotkan Kerosin pada Permukaan Ban Karet**

*Sumber: Google*



**Gambar 5.13. Penyemprotan Air agar Aspal Tidak Menempel pada Ban Karet**

*Sumber: Google*



**Gambar 5.14. Kondisi Permukaan Jalan yang Basah Setelah dilakukan Penyemprotan Air**

*Sumber: Google*

**3. Pemadatan Akhir**

Alat yang digunakan adalah *Tundhem Roller* dengan kecepatan 1,5 km/jam. Pemadatan ini bertujuan untuk menghilangkan bekas jejak roda hasil pemadatan antara sehingga didapatkan permukaan yang merata yang halus. Di lapangan pemadatan akhir menggunakan *Tundhem Roller* sebanyak 2 lintasan.

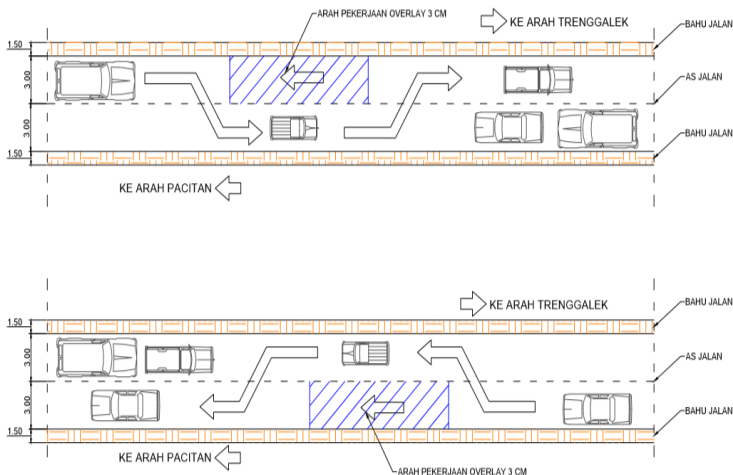


**Gambar 5.15. Pemadatan Akhir dengan Tundem Roller**

*Sumber: Google*

#### 5.5.4. Skema Pengaturan Arus Lalu Lintas

Pada saat perencanaan peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan sedang dilaksanakan, maka dapat dipastikan banyak sekali kegiatan konstruksi di lapangan yang mengganggu fungsi jalan tersebut. Ruas jalan yang terganggu oleh kegiatan konstruksi di lapangan tersebut tentu berakibat pada kenyamanan pengguna jalan. Pengguna jalan berkurang kenyamanannya karena tidak dapat menggunakan ruas jalan secara maksimal, oleh karena itu dibuat suatu pengaturan lalu lintas agar lalu lintas pada jalan yang sedang direhabilitasi tidak lumpuh. Pengaturan lalu lintas tersebut seperti di bawah ini.



**Gambar 5.16. Skema Pengaturan Lalu Lintas Saat Pekerjaan Berlangsung**

Untuk pengaturan lalu lintas yang telah tegambar pada skema di atas, bahwa pengaturan lalu lintas dilakukan dengan cara buka tutup 1 lajur. Metode pelaksanaan penghamparan dibagi menjadi beberapa segmen di setiap sisi jalan dari arah Trenggalek menuju ke Pacitan. Untuk jalan dengan medan menanjak, maka pekerjaan perbaikan jalan akan dilakukan pada malam hari atau

dengan alternatif sistem pengaturan lalu lintasnya dengan cara memberi space buka tutup lebih jauh (mencari lajur dengan kondisi datar).

## 5.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya ini diperlukan untuk mengetahui besar biaya dalam peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan. Untuk merencanakan anggaran biaya terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain:

1. Pekerjaan lapis permukaan, meliputi:
  - a. Pekerjaan lapis perekat (*Tack Coat*)
  - b. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston
2. Pekerjaan drainase
  - a. Pekerjaan galian untuk selokan drainase
  - b. Penulangan menggunakan anyaman besi dilas (*Wire Mesh*)
  - c. Beton K-250 (fc'20) untuk struktur drainase beton minor
  - d. Gorong-gorong pipa beton tanpa tulangan, diameter 30 cm
3. Pekerjaan *finishing*
  - a. Pekerjaan marka jalan termoplastik
  - b. Pekerjaan jalan tunggal dengan pemantul *Engineering Grade*
  - c. Pekerjaan rel pengaman

### 5.6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan lapis permukaan
  - a. Pekerjaan lapis perekat (*Tack Coat*)  
 Merupakan pekerjaan lapis perekat antara perkerasan lama dan *overlay*. Volume pada STA 3+300 – STA 8+350 sebagai berikut:  
 Ketentuan spesifikasi untuk *tack coat* (0,15-0,35 liter/m<sup>2</sup>). Asumsi perhitungan menggunakan 0,35 liter/m<sup>2</sup>.



$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= P \times L \times \text{Koefisien} \\
 &= 5000 \times 6 \times 0,35 \\
 &= 10500 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston

Pekerjaan lapis permukaan dengan laston untuk *overlay*. Volume pada STA 3+300-8+350 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 5000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,03 \text{ m} \\
 \text{Berat Jenis Aspal} &= 2,3 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Volume} &= (P \times L \times T) \times \text{Berat Jenis Aspal} \\
 &= (5000 \times 6 \times 0,03) \times 2,3 \\
 &= 2070 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 2. Pekerjaan drainase

**Tabel 5.34. Perhitungan Volume Galian untuk Selokan Drainase**

No.	STA	Panjang	Saluran Kanan		Saluran Kiri		Volume (M3)
		(m)	Lebar	Tinggi	Lebar	Tinggi	
			(m)	(m)	(m)	(m)	
1	3+350	-	-	-	-	-	-
2	3+400	50	1	1,15	1	1,15	115,0
3	3+450	50	1	1,15	1	1,15	115,0
4	3+500	50	1	1,15	1	1,15	115,0
5	3+550	50	1	1,15	1	1,15	115,0
6	3+600	50	1	1,15	1	1,15	115,0
7	3+650	50	1	1,15	1	1,15	115,0
8	3+700	50	1	1,15	1	1,15	115,0
9	3+750	50	1	1,15	1	1,15	115,0
10	3+800	50	1	1,15	1	1,15	115,0
11	3+850	50	1	1,15	1	1,15	115,0
12	3+900	50	1	1,15	1	1,15	115,0
13	3+950	50	1	1,15	1	1,15	115,0
14	4+000	50	1	1,15	1	1,15	115,0
15	4+050	50	1	1,15	1	1,15	115,0
16	4+100	50	1	1,15	1	1,15	115,0
17	4+150	-	-	-	-	-	-
18	4+200	-	-	-	-	-	-
19	4+250	-	-	-	-	-	-
20	4+300	50	1	1,15	1	1,15	115,0
21	4+350	50	1	1,15	1	1,15	115,0
22	4+400	50	-	-	1	1,15	57,5
23	4+450	50	-	-	1	1,15	57,5
24	4+500	50	-	-	1	1,15	57,5
25	4+550	-	-	-	-	-	-
26	4+600	50	1	1,15	1	1,15	115,0
27	4+650	50	1	1,15	1	1,15	115,0
28	4+700	50	1	1,15	1	1,15	115,0
29	4+750	50	1	1,15	1	1,15	115,0
30	4+800	50	1	1,15	1	1,15	115,0
31	4+850	50	1	1,15	1	1,15	115,0
32	4+900	50	1	1,15	1	1,15	115,0
33	4+950	50	1	1,15	1	1,15	115,0
34	5+000	50	1	1,15	1	1,15	115,0

No.	STA	Panjang	Saluran Kanan		Saluran Kiri		Volume (M3)
		(m)	Lebar	Tinggi	Lebar	Tinggi	
			(m)	(m)	(m)	(m)	
35	5+050	50	1	1,15	1	1,15	115,0
36	5+100	50	1	1,15	1	1,15	115,0
37	5+150	50	1	1,15	1	1,15	115,0
38	5+200	50	1	1,15	1	1,15	115,0
39	5+250	50	1	1,15	1	1,15	115,0
40	5+300	50	1	1,15	1	1,15	115,0
41	5+350	50	1	1,15	1	1,15	115,0
42	5+400	50	1	1,15	1	1,15	115,0
43	5+450	50	1	1,15	1	1,15	115,0
44	5+500	50	1	1,15	1	1,15	115,0
45	5+550	50	1	1,15	1	1,15	115,0
46	5+600	50	1	1,15	1	1,15	115,0
47	5+650	50	1	1,15	1	1,15	115,0
48	5+700	50	1	1,15	1	1,15	115,0
49	5+750	50	1	1,15	1	1,15	115,0
50	5+800	50	1	1,15	1	1,15	115,0
51	5+850	50	1	1,15	1	1,15	115,0
52	5+900	50	1	1,15	1	1,15	115,0
53	5+950	50	1	1,15	1	1,15	115,0
54	6+000	50	1	1,15	1	1,15	115,0
55	6+050	50	1	1,15	1	1,15	115,0
56	6+100	50	1	1,15	1	1,15	115,0
57	6+150	50	1	1,15	1	1,15	115,0
58	6+200	50	1	1,15	1	1,15	115,0
59	6+250	50	1	1,15	1	1,15	115,0
60	6+300	50	1	1,15	1	1,15	115,0
61	6+350	-	-	-	-	-	-
62	6+400	-	-	-	-	-	-
63	6+450	50	1	1,15	1	1,15	115,0
64	6+500	50	1	1,15	1	1,15	115,0
65	6+550	50	1	1,15	1	1,15	115,0
66	6+600	50	1	1,15	1	1,15	115,0
67	6+650	50	1	1,15	1	1,15	115,0
68	6+700	50	1	1,15	1	1,15	115,0

[illegible]

- a. Pekerjaan volume galian untuk selokan drainase
- Kanan = Panjang x Lebar x Tinggi  
 $= 4400 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,15 \text{ m}$   
 $= 5060 \text{ m}^3$
  - Kiri = Panjang x Lebar x Tinggi  
 $= 3800 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,15 \text{ m}$   
 $= 4370 \text{ m}^3$
  - Total Vol. Galian = 9430 m<sup>3</sup>
- b. Pekerjaan beton K250 (fc' 20) untuk struktur drainase beton minor
- Kanan = Panjang x Lebar x Tinggi  
 $= (4400-102,5) \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$   
 $= 1933,88 \text{ m}^3$
  - Kiri = Panjang x Lebar x Tinggi  
 $= (3800-57,8) \times 3 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$   
 $= 1683,99 \text{ m}^3$
  - Total Vol. Cor = 3617,87 m<sup>3</sup>
- c. Penulangan menggunakan anyaman besi dilas (*wire mesh*)
- Total Vol. *Wire Mesh* = Lebar sisi dinding saluran x  
 Panjang keseluruhan saluran  
 $= 3,3 \text{ m} \times 8200 \text{ m}$   
 $= 27060 \text{ m}^2$
- Ukuran 1 lembar *wire mesh* = 11,34 m<sup>2</sup>  
 Berat 1 lembar *wire mesh* = 61,79 kg
- Jadi, *wire mesh* yang dibutuhkan:  
 $= 27060 \text{ m}^2 / 11,34 \text{ m}^2$   
 $= 2386 \text{ lbr} \times 61,79 \text{ kg}$   
 $= 147446 \text{ kg}$

- d. Gorong-gorong pipa beton tanpa tulangan dia. 30 cm

**Tabel 5.35. Perhitungan Volume Gorong-Gorong**

Kanan		Kiri	
STA	Panjang (m)	STA	Panjang (m)
3+360	9,4	3+665	11
3+403	6,8	4+425	2,5
3+575	9,6	4+570	2,7
3+865	5,2	4+790	3,5
4+025	3,1	4+930	3,8
4+870	4,8	5+150	6,2
5+810	13,6	5+450	2,8
5+940	16,8	5+520	3,7
6+375	20,4	5+600	3,4
6+510	3,4	5+810	1,8
7+050	2,9	5+925	4,5
7+300	4	6+140	3,5
7+990	2,5	6+800	3,5
Jumlah	102,5	7+300	3
		7+450	1,9
		Jumlah	57,8

Total Vol. Gorong-gorong = 160,3 m<sup>3</sup>

### 3. Pekerjaan *finishing*

#### a. Marka jalan termoplastik

- Marka jalan menyalip

Panjang marka = 5 m

Panjang celah marka = 8 m

Lebar marka = 0,12 m

Jumlah marka

Panjang jalan = (Panjang Marka x x) + (Panjang celah x y)

2450 = (5 x 189) + (8 x 188)

2450 = 189 buah

$$\begin{aligned}
 &\text{Volume} &&= \text{Jumlah marka} \times \text{Lebar marka} \\
 &&&= 189 \times 0,12 \\
 &&&= 22,68 \text{ m}^2 \\
 - &\text{Marka jalan dilarang menyalip} \\
 &\text{Volume} &&= \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar marka} \\
 &&&= 2550 \times 0,12 \\
 &&&= 306 \text{ m}^2 \\
 - &\text{Untuk marka tepi jalan} \\
 &\text{Volume} &&= \text{Panjang jalan} \times \text{Lebar marka} \times \\
 &&&\text{Jumlah marka tepi jalan} \\
 &&&= 5000 \times 0,10 \times 2 \\
 &&&= 1000 \text{ m}^2. \\
 \text{Total Vol. Marka} &&&= 22,68 + 306 + 1000 \\
 &&&= 1328,68 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan rambu jalan tunggal dengan pemantul *Engineering Grade*

**Tabel 5.36. Perhitungan Volume Rambu Jalan Tunggal dengan Pemantul Engineering Grade**

No.	STA	Rambu Jalan Type Rambu	Kode Rambu	Posisi Rambu		Jumlah Rambu	Keterangan
				Kiri	Kanan		
1	3+895	Peringatan	Rp-9	Kiri		1	<p>Sketch</p>
2	3+915	Peringatan	Rp-26	Kiri		1	
3	3+965	Peringatan	Rp-26		Kanan	1	
4	4+145	Peringatan	Rp-2	Kiri		1	
5	4+180	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
6	4+185	Peringatan	Rp-1		Kanan	1	
7	4+230	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
8	4+498	Peringatan	Rp-12	Kiri		1	
9	4+910	Peringatan	Rp-16		Kiri	1	
10	4+935	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
11	5+775	Peringatan	Rp-29	Kiri		1	
12	5+830	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	<p>RP : Rambu Peringatan  RP. 1 : Tikungan ke kanan  RP. 2 : Tikungan ke kiri  RP. 3 : Tikungan tajam ke kiri  RP. 4 : Tikungan tajam ke kanan  RP. 7 : Banyak Tikungan  RP. 8 : Banyak tikungan  RP. 9 : Turunan  RP. 10 : Turunan curam  RP. 11 : Tanjakan  RP. 12 : Tanjakan curam</p>
13	5+835	Peringatan	Rp-28		Kanan	1	
14	5+865	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
15	5+910	Peringatan	Rp-29	Kiri		1	
16	5+960	Peringatan	Rp-28		Kanan	1	
17	6+280	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
18	6+320	Peringatan	Rp-7	Kiri		1	
19	6+380	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
20	6+410	Peringatan	Rp-8		Kanan	1	
21	6+420	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
22	6+490	Peringatan	Rp-10	Kiri		1	
23	6+525	Peringatan	Rp-9		Kanan	1	
24	6+605	Peringatan	Rp-11		Kanan	1	
25	6+640	Peringatan	Rp-12	Kiri		1	



26	6+910	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	RP. 16 : Hati-hati
27	6+930	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	RP. 26 : Area banyak pejalan kaki
28	7+070	Peringatan	Rp-1	Kiri		2	RP. 28 : Persimpangan 4 arah
29	7+120	Peringatan	Rp-2		Kanan	1	RP. 29 : Persimpangan 4 arah
30	7+220	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
31	7+265	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
32	7+303	Peringatan	Rp-12	Kiri		1	
33	7+330	Peringatan	Rp-1	Kiri		1	
34	7+390	Peringatan	Rp-2		Kanan	1	
35	7+435	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
36	7+475	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
37	7+585	Peringatan	Rp-8		Kanan	1	
38	7+785	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
39	7+820	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
40	7+880	Peringatan	Rp-4		Kanan	1	
41	7+890	Peringatan	Rp-2	Kiri		1	
42	7+925	Peringatan	Rp-1		Kanan	1	
43	7+960	Peringatan	Rp-1	Kiri		1	
44	8+005	Peringatan	Rp-2		Kanan	1	
45	8+070	Peringatan	Rp-5	Kiri		1	
46	8+140	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
47	8+145	Peringatan	Rp-5		Kanan	1	
48	8+170	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
49	8+225	Peringatan	Rp-2		Kanan	1	
50	8+253	Peringatan	Rp-3	Kiri		1	
51	8+260	Peringatan	Rp-16	Kiri		1	
52	8+270	Peringatan	Rp-4		Kanan	1	
53	8+275	Peringatan	Rp-16		Kanan	1	
54	8+340	Peringatan	Rp-2	Kiri		1	
Jumlah						55	BH

## c. Pekerjaan rel pengaman

**Tabel 5.37. Perhitungan Volume Rel Pengaman (m1)**

No.	Sta		Posisi		Jumlah	Panjang
			Kiri	Kanan		
1	7+550	7+700	Kiri		1	150
				Kanan	-	
2	7+850	8+050	Kiri		1	200
				Kanan	-	
3	8+200	8+950	Kiri		1	750
				Kanan	-	
Jumlah					3	1.100

**5.6.2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

Adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standart pengupahan pekerja dan harga sewa atau beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Adapun analisa harga satuan untuk pekerjaan peningkatan jalan ruas Trenggalek-Pacitan STA 3+350 - STA 8+350, sebagai berikut:

**Tabel 5.38. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Perekat (Tack Coat)**

<b>Pekerjaan Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>) (Liter)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
1	Pekerja	0,0006	Jam	8.571,4	5,357
2	Mandor	0,0002	Jam	10.000	2,083
	Jumlah Harga Tenaga				7,440
B	Bahan				
1	Aspal Emulsi	0,8487	Kg	6.926,0	5.878,235
2	Kerosene	0,2060	Liter	3.850,0	793,100
	Jumlah Harga Bahan				6.671,335
C	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0,00021	Jam	372.941,5	77,696
2	Compressor	0,00021	Jam	139.380,9	29,038
	Jumlah Harga Peralatan				106,734
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				6.785,509
E	Overhead & Provit 10% X D				678,551
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				7.464,060

**Tabel 5.39 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Permukaan Laston**

<b>Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) (Ton)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
1	Pekerja	0,2008	Jam	8.571,4	1.721,2
2	Mandor	0,0201	Jam	10.000	200,8
	<b>Jumlah Harga Tenaga</b>				<b>1.922,0</b>
B	Bahan				
1	Agregat Kasar	0,3305	M3	230.000,0	76.021,5
2	Agregat Halus	0,3210	M3	262.500,0	84.267,5
3	Aspal	55,62	Kg	7.720,0	429.386,4
4	Filler	19,95	Kg	1.225,0	24.438,8
	<b>Jumlah Harga Bahan</b>				<b>614.114,1</b>
C	Peralatan				
1	AMP	0,0201	Jam	5.244.751,4	105.316,3
2	Asphalt Finisher	0,0413	Jam	327.537,6	13.514,3
3	Three Whell	0,0035	Jam	235.481,5	830,8
4	Pneumatic Tire Roller	0,0077	Jam	362.711,9	2.806,2
5	Thundhem Roller	0,0180	Jam	305.787,0	5.513,9
6	Dump Truck	0,1399	Jam	242.259,4	33.887,5
7	Generator Set	0,0201	Jam	407.767,3	8.188,1
8	Alat Bantu	1	Ls	0	0,000
	<b>Jumlah Harga Peralatan</b>				<b>170.057,0</b>
D	<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)</b>				<b>786.093,1</b>
E	<b>Overhead &amp; Provit 10% X D</b>				<b>78.609,3</b>
F	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>				<b>864.702,4</b>

**Tabel 5.40. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian untuk Selokan Drainase**

<b>Pekerjaan Galian untuk Selokan Drainase (M3)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
	1 Pekerja	0,0435	Jam	8.571	373,105
	2 Mandor	0,0109	Jam	10.000	108,822
	Jumlah Harga Tenaga				481,928
B	Bahan				
	Jumlah Harga Bahan				
C	Peralatan				
	1 Dump Truck	0,1343	Jam	242.259,4	32.530,964
	2 Excavator	0,0109	Jam	567.000,5	6.170,235
	3 Alat Bantu	1	Ls	0	0,000
	Jumlah Harga Peralatan				38.701,199
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				39.183,127
E	Overhead & Provit 10% X D				3.918,313
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				43.101,440

**Tabel 5.41. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tulangan Menggunakan Wire Mesh**

<b>Pekerjaan Tulangan Menggunakan Anyaman Kawat yang Dilas (<i>Wire Mesh</i>) (Kg)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
	1 Pekerja	0,1050	Jam	8.571,4	900,00
	2 Tukang	0,0700	Jam	9.285,7	650,00
	3 Mandor	0,0350	Jam	10.000,0	350,00
	Jumlah Harga Tenaga				1.900,00
B	Bahan				
	1 Baja Tulangan	1,1000	Kg	10.000	11.000,00
	2 Kawat Las	0,02	Kg	68.000	1.360,00
	Jumlah Harga Bahan				12.360,00
C	Peralatan				
	1 Alat Bantu	1	Ls	0	0,00
	Jumlah Harga Peralatan				0,00
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				14.260,00
E	Overhead & Provit 10% X D				1.426,00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				15.686,00

**Tabel 5.42. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton K-175**

<b>Pekerjaan Beton Mutu Rendah dengan <math>f_c' = 15 \text{ Mpa/K-175 (M3)}</math></b>					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
	1 Pekerja	0,5020	Jam	8.571,429	4.302,926
	2 Tukang	0,8032	Jam	9.285,714	7.458,405
	3 Mandor	0,1004	Jam	10.000	1.004,016
	Jumlah Harga Tenaga				12.765,347
B	Bahan				
	1 Semen	324,54	Kg	1.225	397.561,500
	2 Pasir Beton	0,5024	M3	220.000	110.528,000
	3 Agregat Kasar	0,9053	M3	230.000	208.219,000
	4 Kayu Perancah	0,1000	M3	1.320.000	132.000,000
	5 Paku	0,8000	Kg	12.800	10.240,000
	Jumlah Harga Bahan				716.308,500
C	Peralatan				
	1 Conc. Mixer	0,6827	Jam	114.126	77.914
	2 Water Tanker	0,0382	Jam	226.159,7	8.639,301
	3 Alat Bantu	1	Ls	0	0,000
	Jumlah Harga Peralatan				86.552,883
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				815.626,730
E	Overhead & Provit 10% X D				81.562,673
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				897.189,403

**Tabel 5.43. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Gorong-Gorong d 95-105cm**

<b>Pekerjaan Gorong-Gorong Pipa Beton Bertulangan, diameter dalam 95-105cm (M1)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
1	Pekerja	1,4000	Jam	8.571	12.000
2	Tukang	1,7500	Jam	9.286	16.250,000
3	Mandor	1,7500	Jam	10.000	17.500
	Jumlah Harga Tenaga				45.750
B	Bahan				
1	Beton K-300	0,4084	M3	1.297.736	529.995,501
2	Baja Tulangan	44,9248	Kg	10.000	449.248,000
3	Urugan Porus	0,4158	M3	10.500	4.365,900
4	Material Pilihan	2,3100	M3	152.593	352.489,830
	Jumlah Harga Bahan				1.336.099,231
C	Peralatan				
1	Tamper	2,8833	Jam	31.642	91.232,485
2	Flat Bed Truck	0,3066	Jam	389.213	119.332,629
3	Alat Bantu	1	Ls	0	0,000
	Jumlah Harga Peralatan				210.565,114
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				1.592.414,345
E	Overhead & Provit 10% X D				159.241,434
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				1.751.655,779



**Tabel 5.44. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Marka Jalan**

<b>Pekerjaan Marka Jalan Termoplastik (M2)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
1	Pekerja	0,225	Jam	8.571,4	1.928,571
2	Tukang	0,15	Jam	9.285,7	1.392,857
3	Mandor	0,075	Jam	10.000	750,000
	Jumlah Harga Tenaga				4.071,429
B	Bahan				
1	Cat Marka	1,95	Kg	82.000,0	159.900
2	Thinner	1,05	Liter	11.500,0	12.075
3	Glass Bead	0,45	Kg	18.000,0	8.100
	Jumlah Harga Bahan				180.075
C	Peralatan				
1	Compressor	0,075	Jam	139.380,9	10.453,565
2	Dump Truck	0,075	Jam	242.259,4	18.169,456
3	Alat Bantu	1	Ls	0	0,000
	Jumlah Harga Peralatan				28.623,021
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				212.769,450
E	Overhead & Provit 10% X D				21.276,945
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				234.046,395

**Tabel 5.45. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal**

<b>Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal dengan Permukaan Pemantul <i>Engineering Grade</i> (BH)</b>					
<b>No.</b>	<b>Komponen</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp)</b>
A	Tenaga				
1	Pekerja	0,5683	Jam	8.571,4	4.871,4
2	Tukang	0,3410	Jam	9.285,7	3.166,4
3	Mandor	0,1137	Jam	10.000	1.136,7
	<b>Jumlah Harga Tenaga</b>				<b>9.174,5</b>
B	Bahan				
1	Pelat Rambu	1,0000	Bh	176.000,0	176.000,0
2	Pipa Galvanis Dia. 1,6"	1,0000	Batang	300.000,0	300.000,0
3	Beton K-175	0,0160	M3	838.500,0	13.416,0
4	Cat dan Mat. Pilihan	1	Ls	0,000	0,000
	<b>Jumlah Harga Bahan</b>				<b>489.416,0</b>
C	Peralatan				
1	Dump Truck	0,1137	Jam	242.259,4	27.536,8
2	Alat Bantu	1	Ls	0,000	0,0
	<b>Jumlah Harga Peralatan</b>				<b>27.536,8</b>
D	<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)</b>				<b>526.127,3</b>
E	<b>Overhead &amp; Provit 10% X D</b>				<b>52.612,7</b>
F	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>				<b>578.740,1</b>

**Tabel 5.46. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Rel Pengaman**

<b>Pekerjaan Rel Pengaman (M1)</b>					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	0,4827	Jam	8.571,4	4.137,1
2	Tukang	0,3218	Jam	9.285,7	2.987,9
3	Mandor	0,1609	Jam	10.000	1.608,9
	Jumlah Harga Tenaga				8.734,0
B	Bahan				
1	Rel Pengaman	1,0000	M1	350.000,0	350.000,0
2	Patok Beton K-175	0,0929	Buah	838.500,0	77.899,2
3	Baja Tulangan	4,6452	Kg	10.000,0	46.451,5
4	Cat dan Mat. Pilihan	1	Ls	0,000	0,000
	Jumlah Harga Bahan				474.350,7
C	Peralatan				
1	Dump Truck	0,1609	Jam	242.259,4	38.976,8
2	Alat Bantu	1	Ls	0,000	0,0
	Jumlah Harga Peralatan				38.976,8
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				522.061,5
E	Overhead & Provit 10% X D				52.206,2
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				574.267,7

## 5.6.2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

**Tabel 5.47. Rencana Anggaran Biaya**

Kegiatan : Peningkatan Jalan  
Pekerjaan : Peningkatan Jalan Ruas Trenggalek-Pacitan, Trenggalek, Jawa Timur.  
Volume : Jalan P = 5000 m; L = 2x3 m  
Lokasi Pekerjaan : Ruas Jalan Trenggalek-Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Prov. Jatim.  
Tahun Anggaran : 2018

NO.	U R A I A N	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp. )	JUMLAH HARGA (Rp. )
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN UMUM</b>				
1	Mobilisasi	1	Ls	11.655.000,00	11.655.000,00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	1	Ls	15.575.000,00	15.575.000,00
<b>Total</b>					<b>27.230.000,00</b>
<b>II</b>	<b>PEK. LAPIS PERMUKAAN</b>				
1	Pekerjaan Lapis Perekat ( <i>Tack Coat</i> )	10500	Liter	7.464,06	78.372.629,24
2	Lapis Permukaan Laston Tebal 3 cm	2070	Ton	864.702,42	1.179.934.017,90
<b>Total</b>					<b>1.868.306.647</b>

<b>III</b>	<b>PEK. DRAINASE</b>				
1	Pekerjaan Galian untuk Selokan Drainase	9430	M3	43.101,44	406.446.577,47
2	Penulangan Menggunakan Anyaman Besi Dilas ( <i>Wire Mesh</i> )	147445,98	Kg	15.686,00	2.312.837.624,02
3	Beton K175 (fc' 15) untuk struktur drainase beton minor	3617,87	M3	897.189,40	3.245.910.138,10
4	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulanga d 95-105 cm	160,3	M1	1.715.655,78	280.790.421,41
<b>Total</b>					<b>6.245.984.761</b>
<b>IV</b>	<b>PEK. FINISHING</b>				
1	Pekerjaan Marka Jalan Termoplastik	1328,68	M2	234.046,39	310.972.763,80
2	Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal dengan Pemantul	73	BH	578.740,08	42.248.025,73
3	Pekerjaan Rel Pengaman	1100	M1	574.267,69	631.694.458,09
<b>Total</b>					<b>984.915.247,62</b>
<b>Total Fisik</b>					9.126.436.655,77
<b>PPN 10%</b>					912.643.665,58
<b>Jumlah Biaya</b>					10.039.080.321,35
<b>Dibulatkan</b>					10.040.000.000,00

Jadi, rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA3+350 - STA 8+350 adalah Rp 10.040.000.000,- (Terbilang Sepuluh Miliyar Empat Puluh Juta Rupiah)

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan peningkatan ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350 – STA 8+350, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan diperoleh nilai DS pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan 10 tahun mendatang dari tahun 2017 sampai tahun 2027 kurang dari 0,75, maka tidak dilakukan pelebaran jalan melainkan dilakukan peningkatan jalan lapis tambah (*overlay*).
2. Dari hasil perhitungan kontrol alinyemen horizontal didapati beberapa alinyemen horizontal yang tidak memenuhi standar kenyamanan dan keamanan, maka dilakukan penanganan dengan memberi rambu-rambu lalu lintas. Tidak melakukan perubahan dikarenakan lahan eksisting yang tidak memungkinkan. Sedangkan untuk kontrol alinyemen vertikal tidak didapati alinyemen yang tidak memenuhi standart keamanan dan kenyamanan. Untuknya tidak perlu dilakukan perubahan pada desain eksisting.
3. Dari hasil perhitungan perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) menggunakan lendutan balik diperoleh lapis tambahan sebesar 3 cm dengan bahan Laston.
4. Dari hasil perhitungan perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan bahan beton, diperoleh dimensi saluran dengan lebar = 0,7 m dan tinggi = 1 m.
5. Metode pelaksanaan yang digunakan menggunakan *Flexible pavement* dengan 3 tahap, yaitu tahap persiapan, penghamparan, dan tahap pemadatan.
6. Rencana Anggaran Biaya untuk peningkatan jalan ruas Trenggalek-Pacitan adalah sebesar Rp 10.040.000.000,- (Terbilang Sepuluh Miliyar Empat Puluh Juta Rupiah).

## **6.2. Saran**

Perencanaan peningkatan jalan pada ruas jalan Trenggalek-Pacitan STA 3+350-8+830 ini masih banyak kekurangan, terutama kondisi geometrik eksisting yang tidak memenuhi syarat akibat faktor: (1). Ruas jalan Trenggalek-Pacitan menjadi salah satu jalan penghubung satu-satunya dari Trenggalek bagian selatan; (2). Keterbatasan lahan; (3). Banyak tikungan yang tidak sesuai standar (kecepatan, radius), maka diperlukan optimalisasi permasalahan geometrik jalan, seperti: (1). Membuat usulan alternatif trase (jika lahan memungkinkan); (2). Pemasangan rambu-rambu lalu lintas, seperti rambu-rambu hati-hati, rambu-rambu kurangi kecepatan dan batas kecepatan, rambu-rambu tikungan tajam, pemasangan rel pengaman, dst.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 1997.  
*Manual Kapasitas Jalan Indonesia.*
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997).*
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 2005.  
*Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Ledutan.*
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 1994.  
*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994).*
- Sukirman, Silvia. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*,  
Nova: Bandung.



*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## **LAMPIRAN**

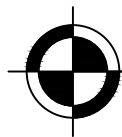
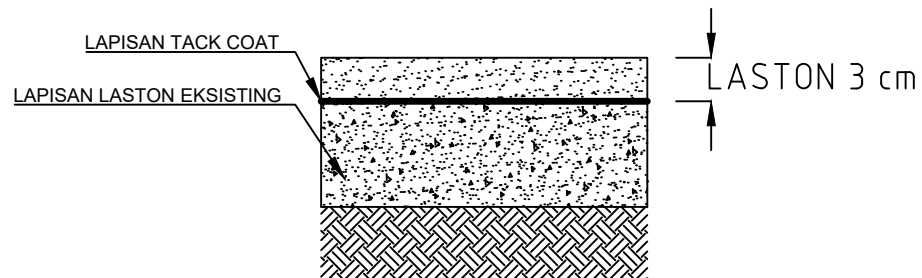
## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Dhyha Ayu Larasati. Dilahirkan pada tanggal 1 Maret 1995 di Madiun sebagai anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN III Surodakan, SMPN 1 Trenggalek, SMAN 2 Trenggalek, D-III Teknik Sipil dan Bangunan di Universitas Negeri Malang hingga akhirnya diterima di D-IV Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2017 dengan NRP 10111715000010. Apabila ingin berdiskusi mengenai laporan Tugas Akhir Terapan ini dapat menghubungi melalui email: [dhyalarasati01@gmail.com](mailto:dhyalarasati01@gmail.com)/hp: 082257421540.

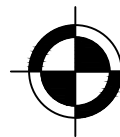
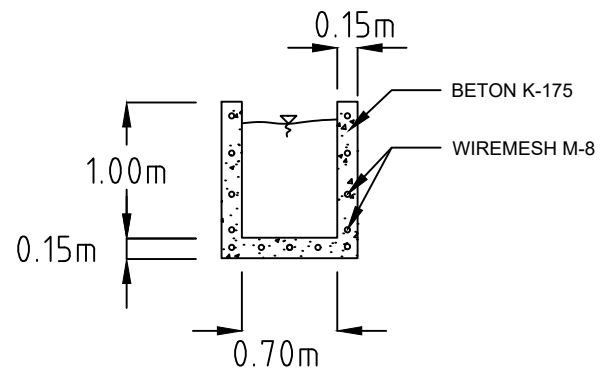


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 01
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				DETAIL PERKERASAN DETAIL SALUAN DRAINASE	Jml. Lembar : 01
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100




DETAIL PERKERASAN

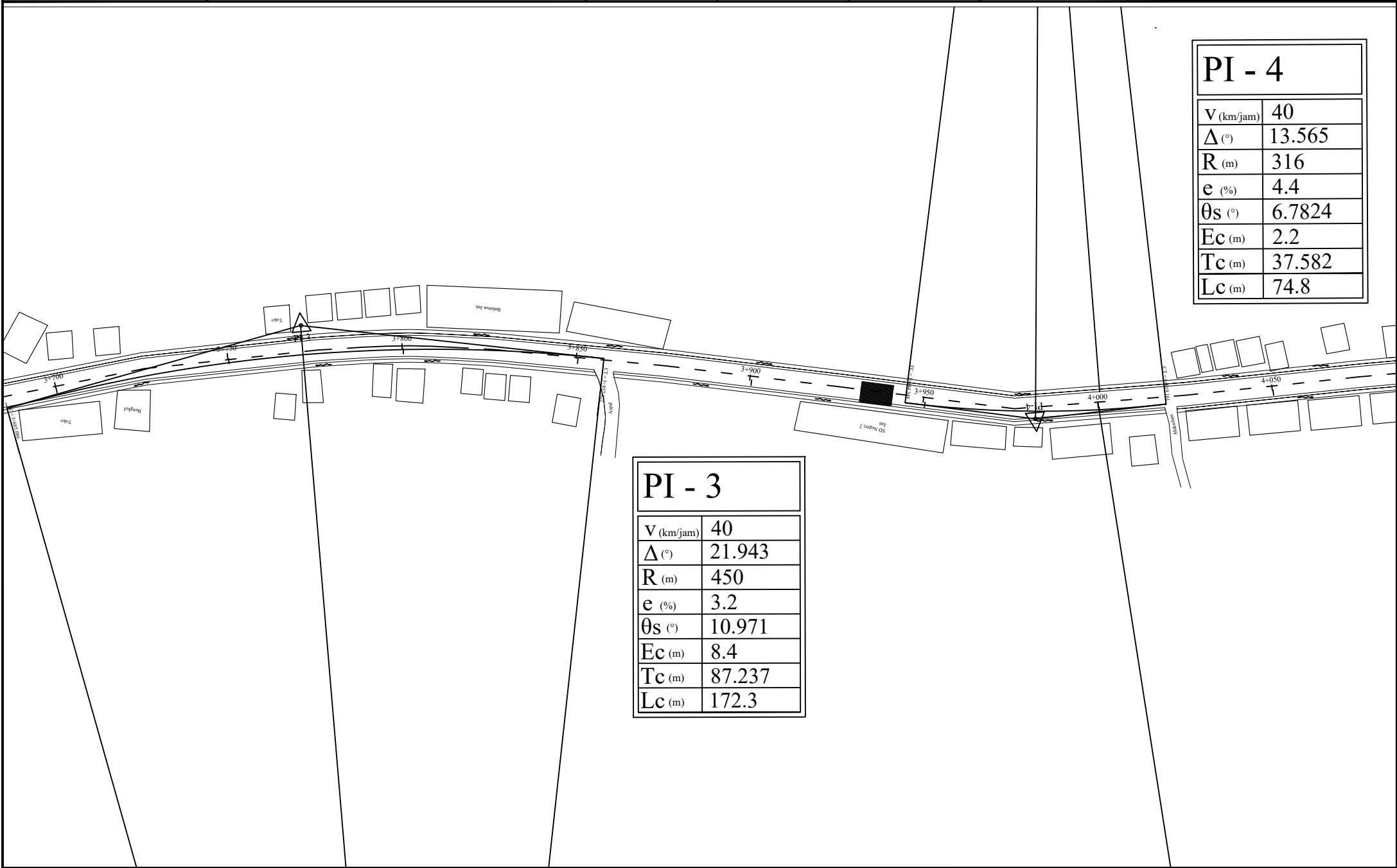
skala : 1:20



DETAIL SALURAN DRAINASE

skala : 1:20

	JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 1
	PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				ALINYEMENT HORIZONTAL STA 3+700 - STA 4+050 (F-C)	Jml. Lembar : 3
		Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 2

Jml. Lembar : 3

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100

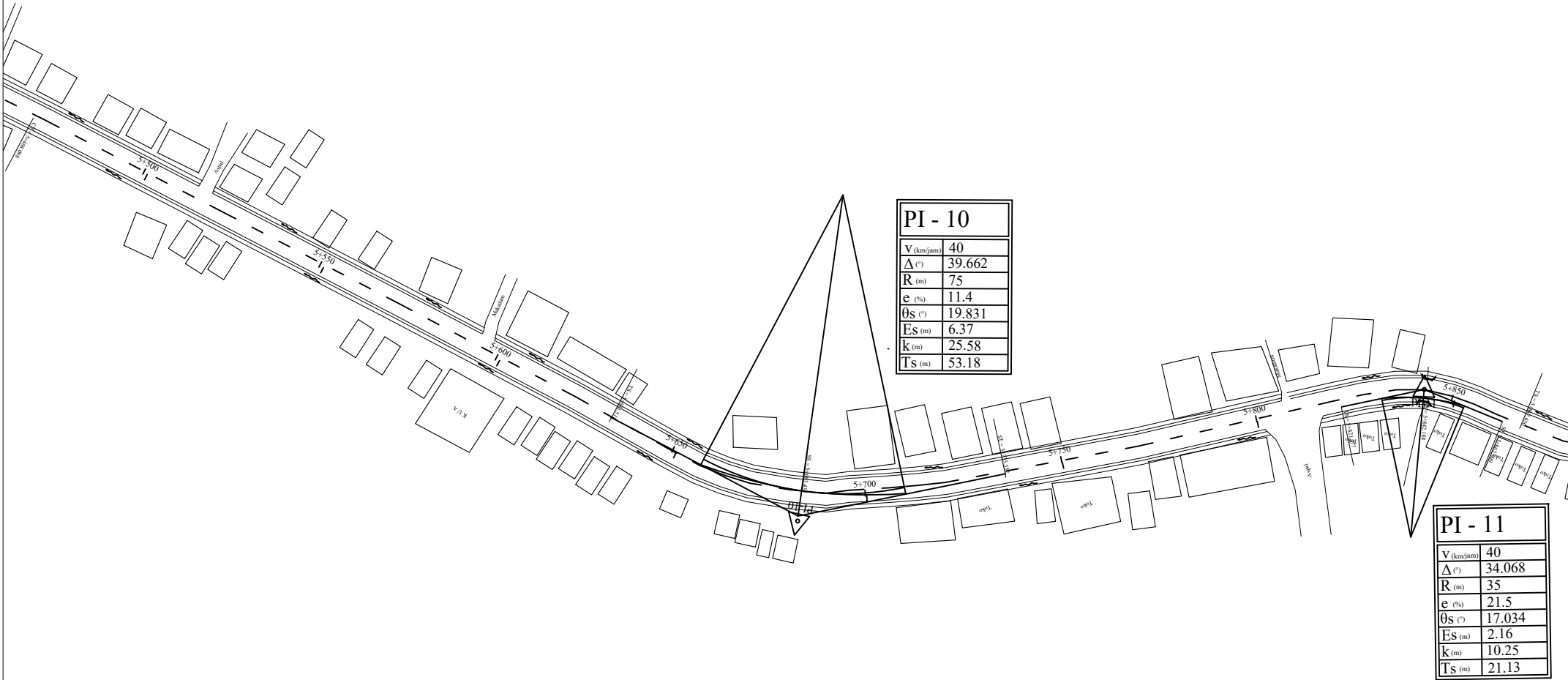
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
10111715000010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

ALINYEMENT HORIZONTAL STA 5+450 - STA 5+850  
(S-S)





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

JUDUL GAMBAR

ALINYEMENT HORIZONTAL STA 7+700 - STA 8+100  
(F-C, S-C-S, S-S)

No. Lembar : 3

Jml. Lembar : 3

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100

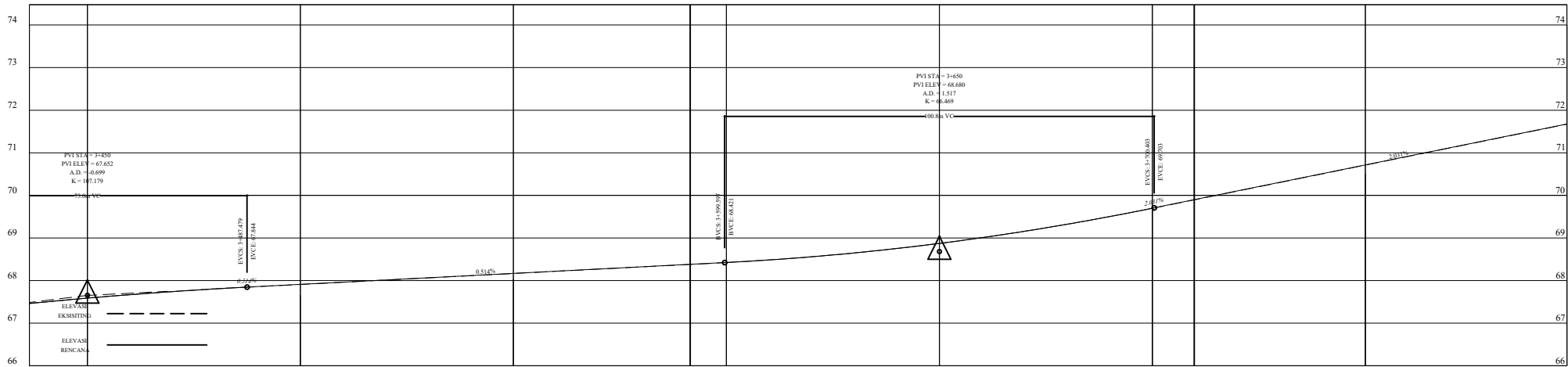
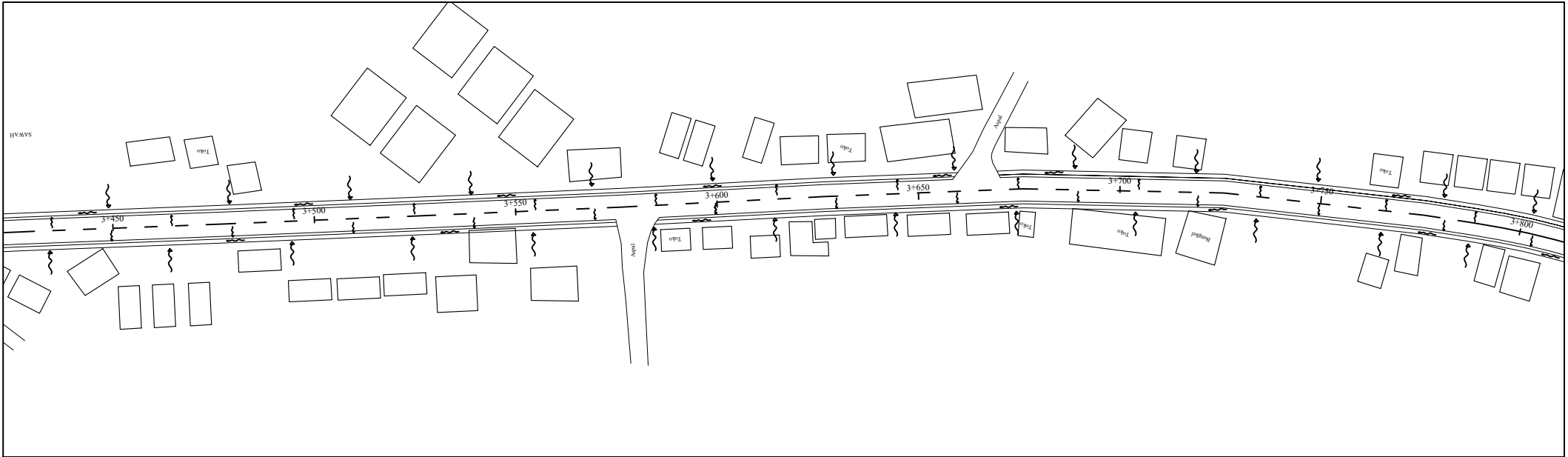


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 01
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350- STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 3+350 - STA.3+686	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





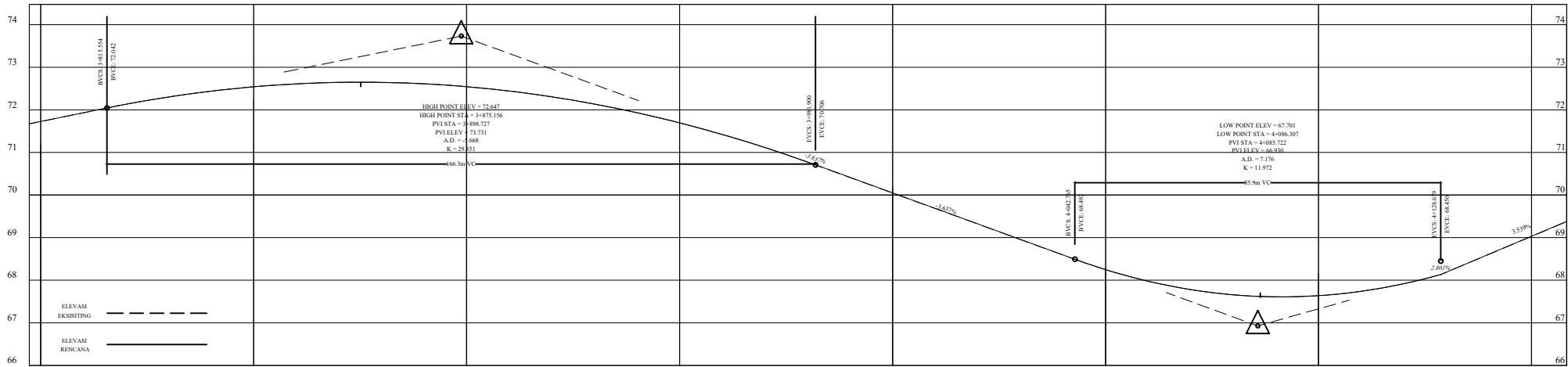
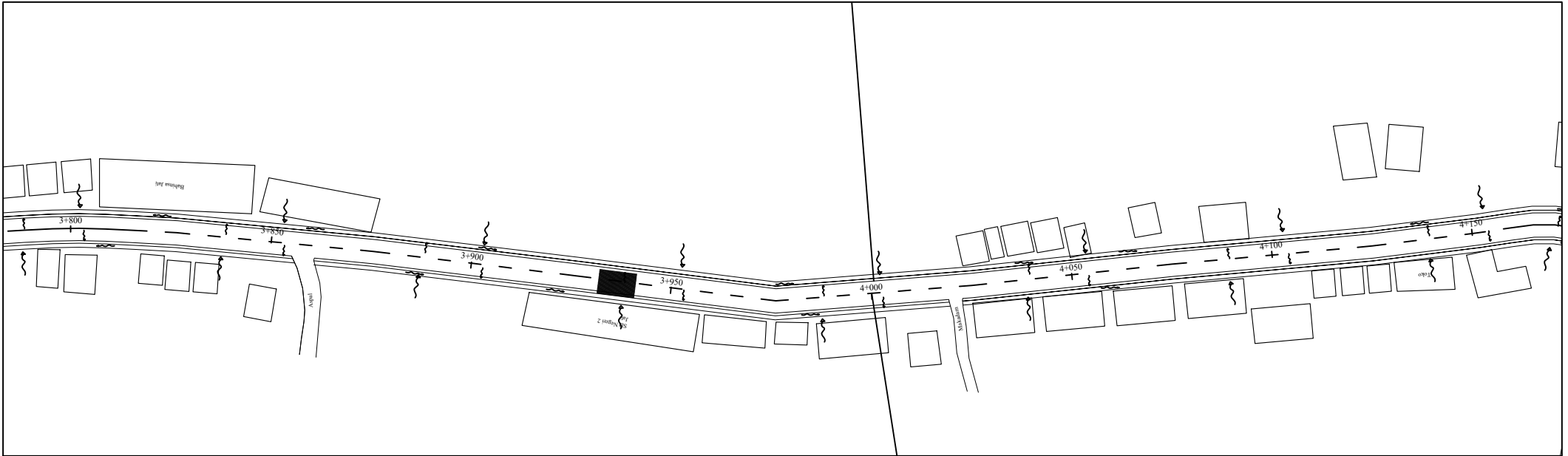
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 02
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 3+436 - STA 3+797	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	67.460	67.586	67.909	68.166	68.423	68.671	68.925	70.711	71.671
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	14	50	50	50	50	50	50	47	
STA	3+436	3+450	3+500	3+550	3+600	3+650	3+700	3+750	3+797



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 03
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 3+800 - STA 4+158	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	71.726	72.539	72.842	71.693	70.048	68.249	67.638	66.730	68.962
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	50	50	50	50	50	50	50	8	
STA	3+800	3+850	3+900	3+950	4+000	4+050	4+100	4+150+158	



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

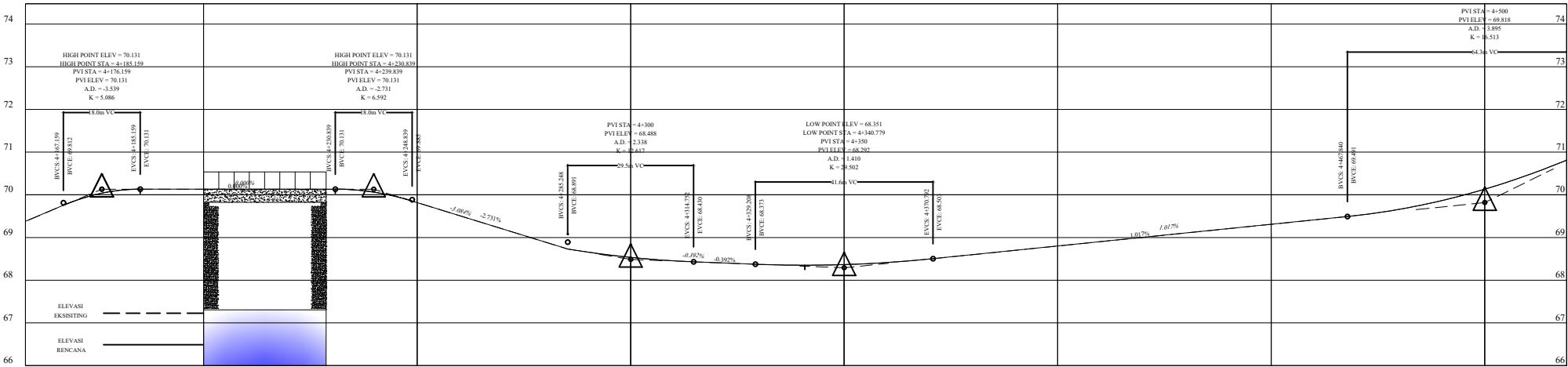
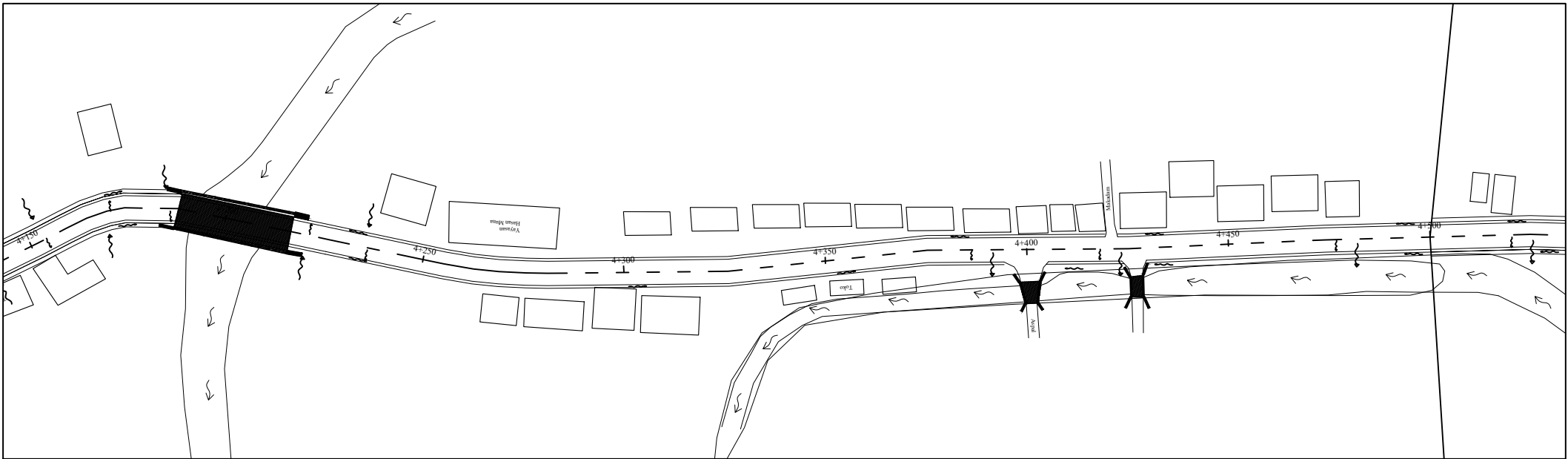
JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG  
STA 4+158 - STA 4+519

No. Lembar : 04

Jml. Lembar : 015

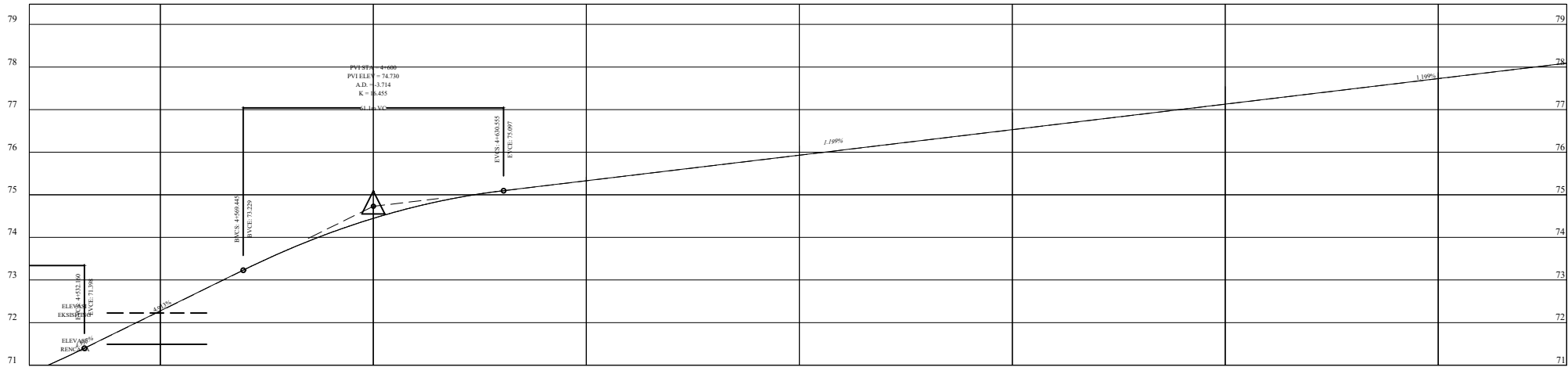
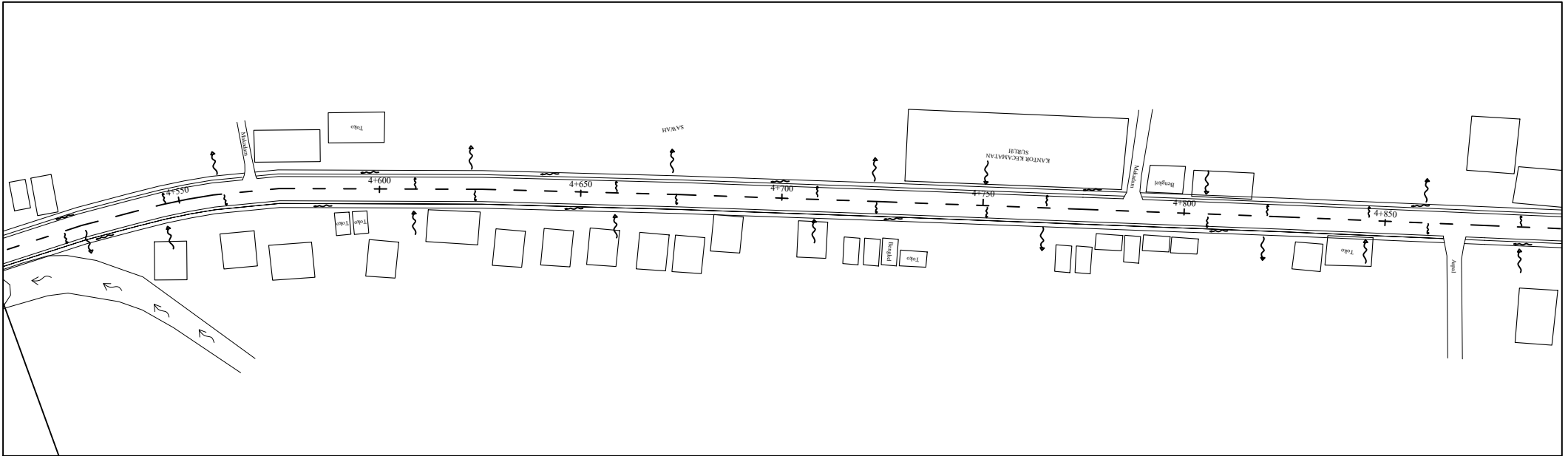
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	68.942	69.270	69.300	68.534	68.365	68.807	69.300	70.131	70.813
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	42	50	50	50	50	50	50	19	
STA	4+158	4+200	4+250	4+300	4+350	4+400	4+450	4+500	4+519



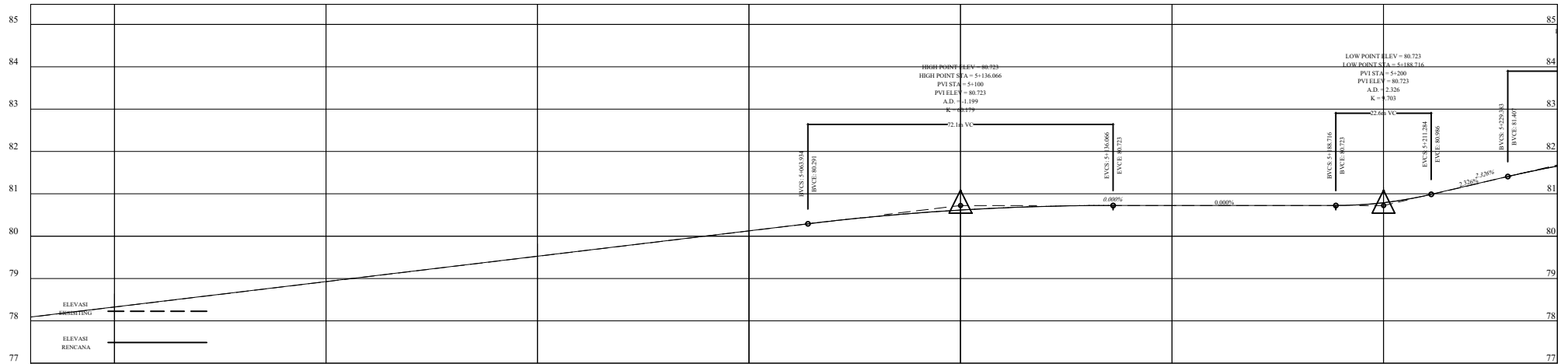
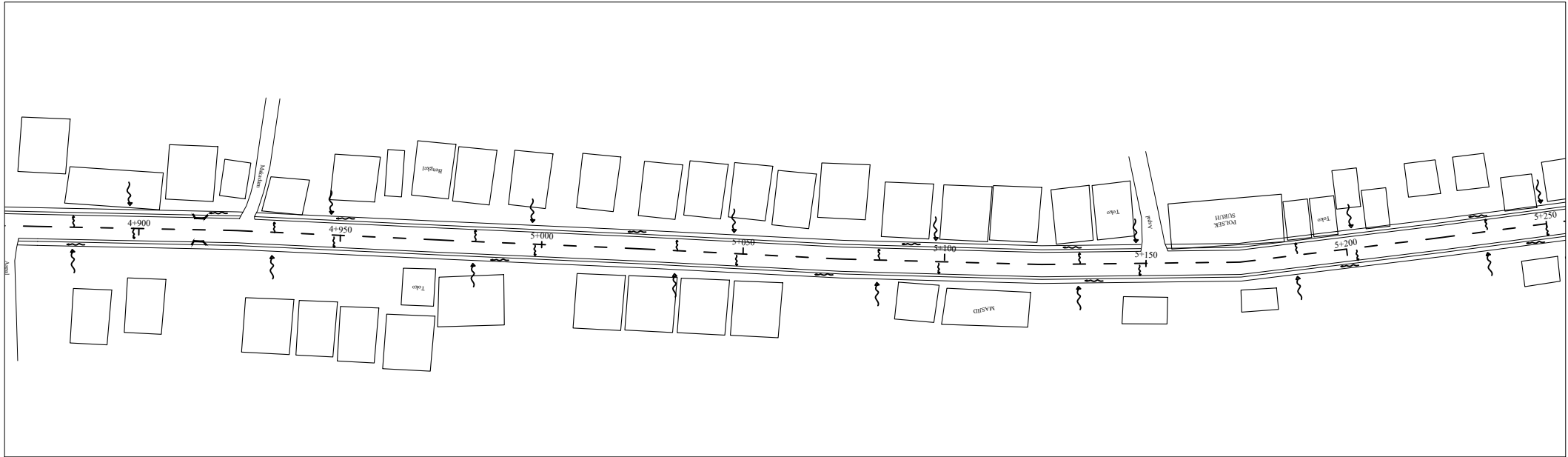
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 05
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 4+519 - STA 4+880	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	70.815	72.274	74.447	75.338	75.929	76.528	77.128	77.727	78.089
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	31	50	50	50	50	50	50	30	
STA	4+519	4+550	4+600	4+650	4+700	4+750	4+800	4+850	4+880



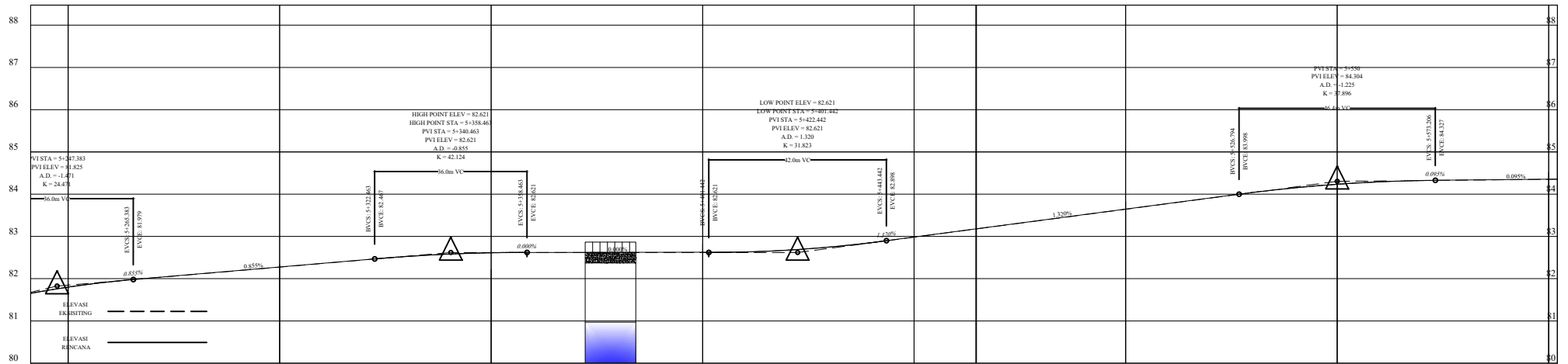
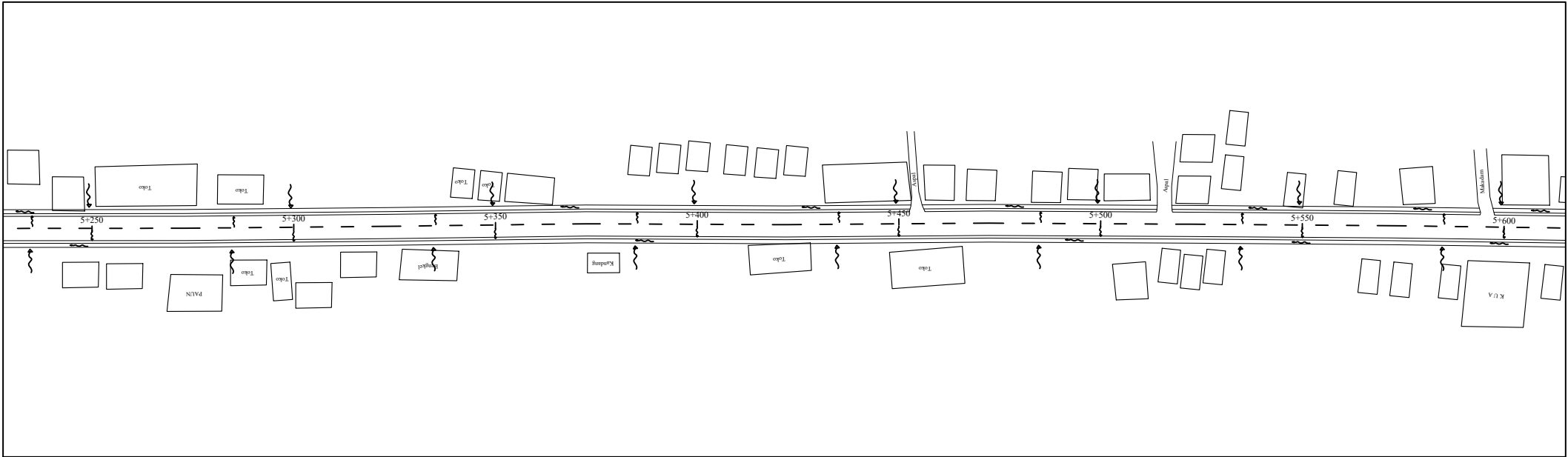
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 06
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 4+880 - STA 5+241	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	76.009	76.226	76.926	79.525	80.124	80.615	80.723	80.799	81.675
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	20	50	50	50	50	50	50	41	
STA	4+880	4+900	4+950	5+000	5+050	5+100	5+150	5+200	5+241



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 07
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 5+241 - STA 5+600	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	81.675	81.890	82.161	82.436	82.710	83.042	83.645	84.233	84.552
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	9	50	50	50	50	50	50	50	
STA	5+241 5+250	5+300	5+350	5+400	5+450	5+500	5+550	5+600	



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 08

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

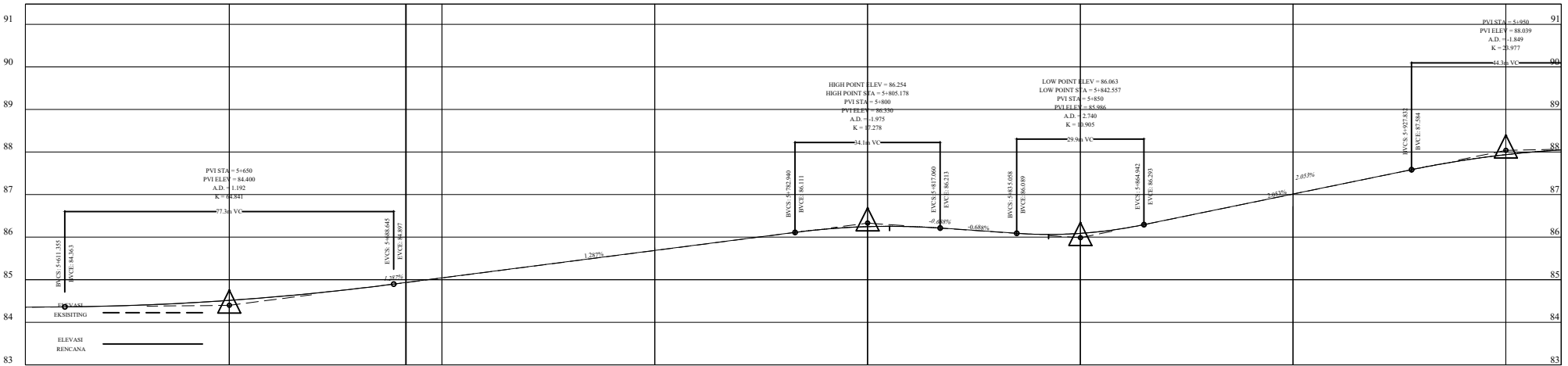
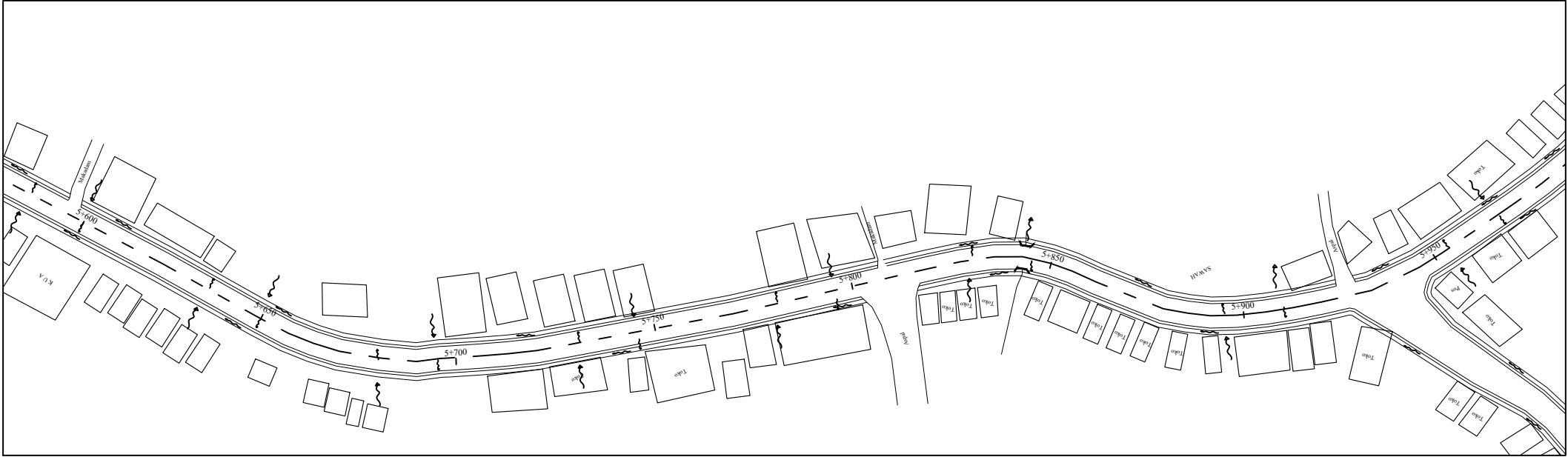
Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG  
STA 5+602 - STA 5+963

Jml. Lembar : 015

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	84.234	84.515	85.043	85.687	86.246	86.089	87.013	87.917	88.048
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	48	50	50	50	50	50	50	13	
STA	5+602	5+650	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	5+963



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

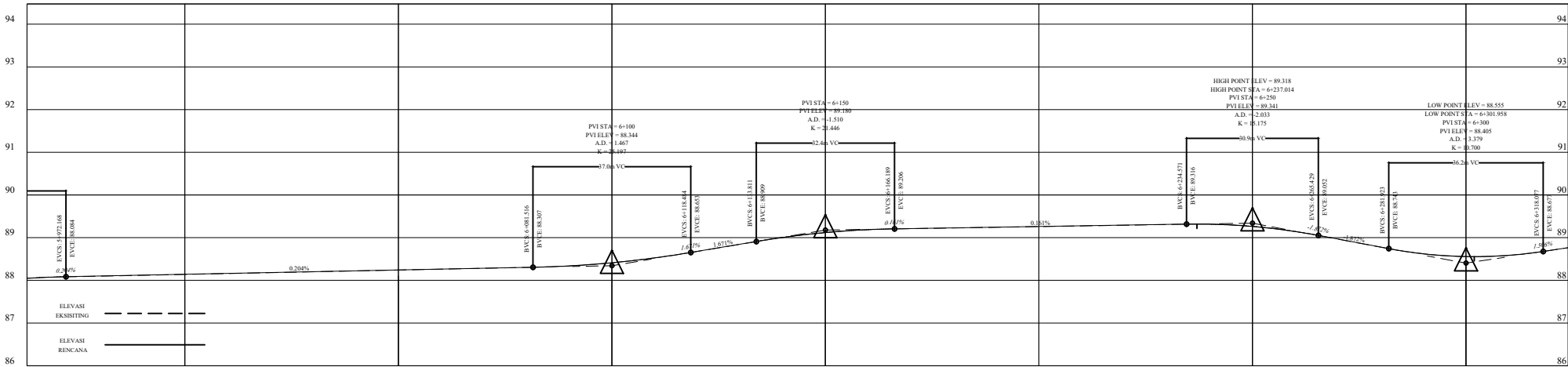
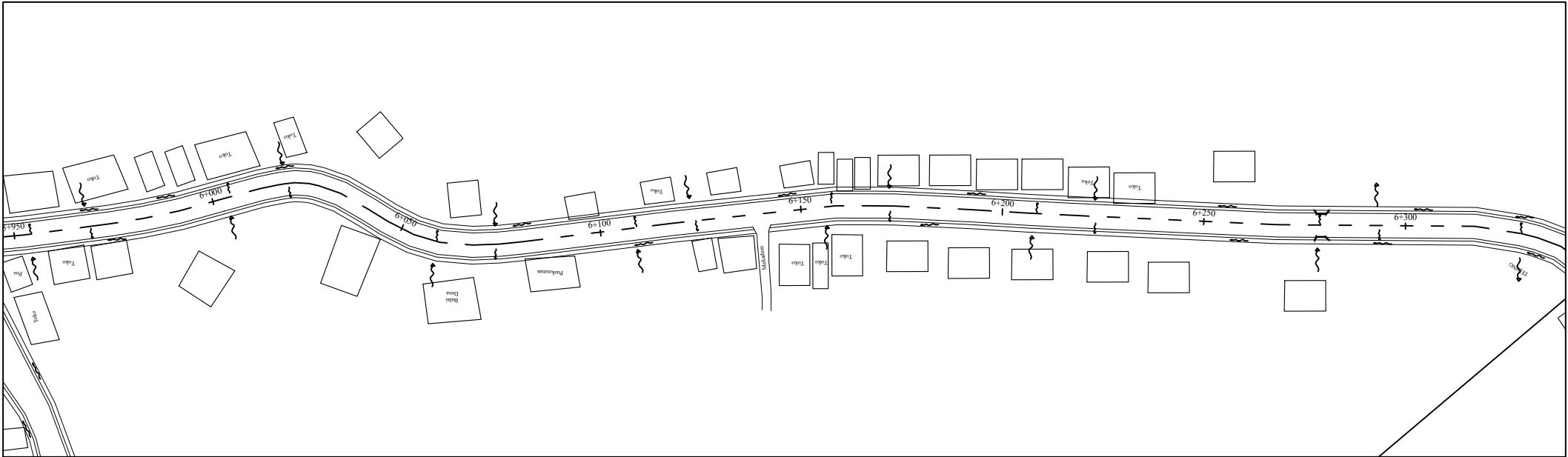
JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG  
STA 5+963 - STA 6+324

No. Lembar : 09

Jml. Lembar : 015

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	88.048	88.141	88.243	88.412	88.119	88.200	88.262	88.557	88.766
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	37	50	50	50	50	50	50	24	
STA	5+963	6+000	6+050	6+100	6+150	6+200	6+250	6+300	6+324





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
10111715000010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

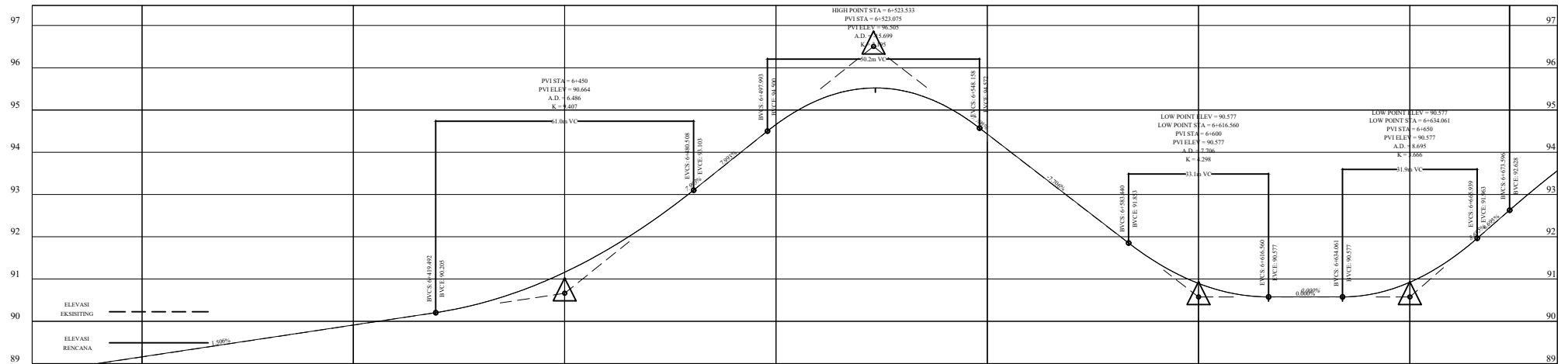
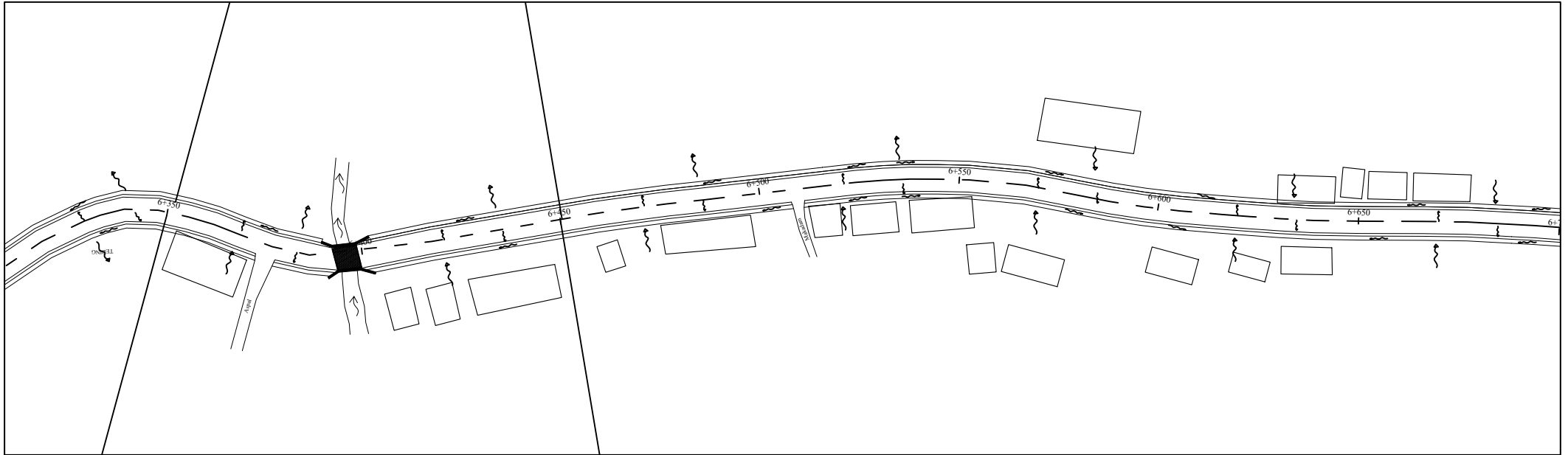
JUDUL GAMBAR

TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG  
STA 6+324 - STA 6+685

No. Lembar : 010

Jml. Lembar : 015

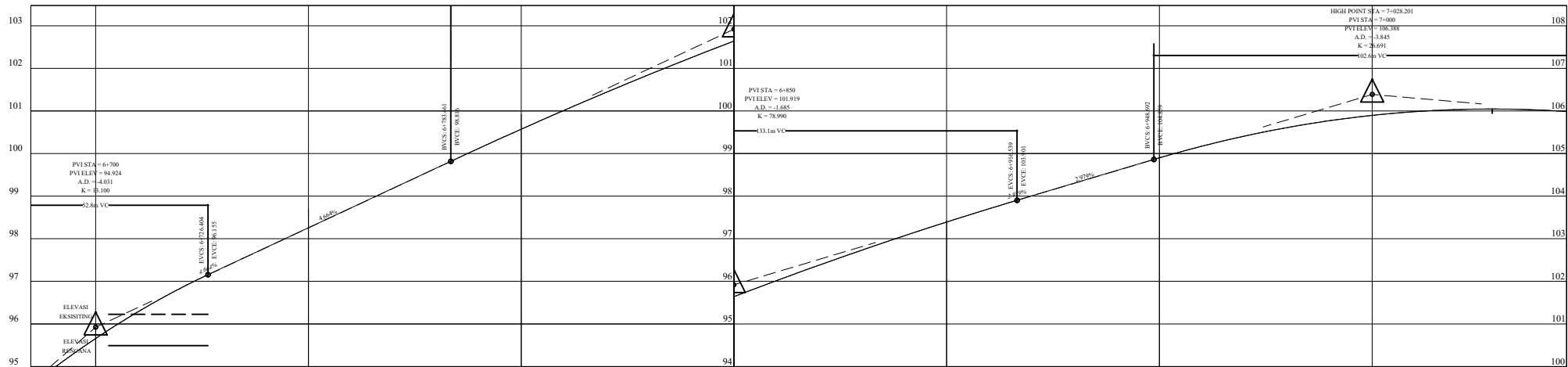
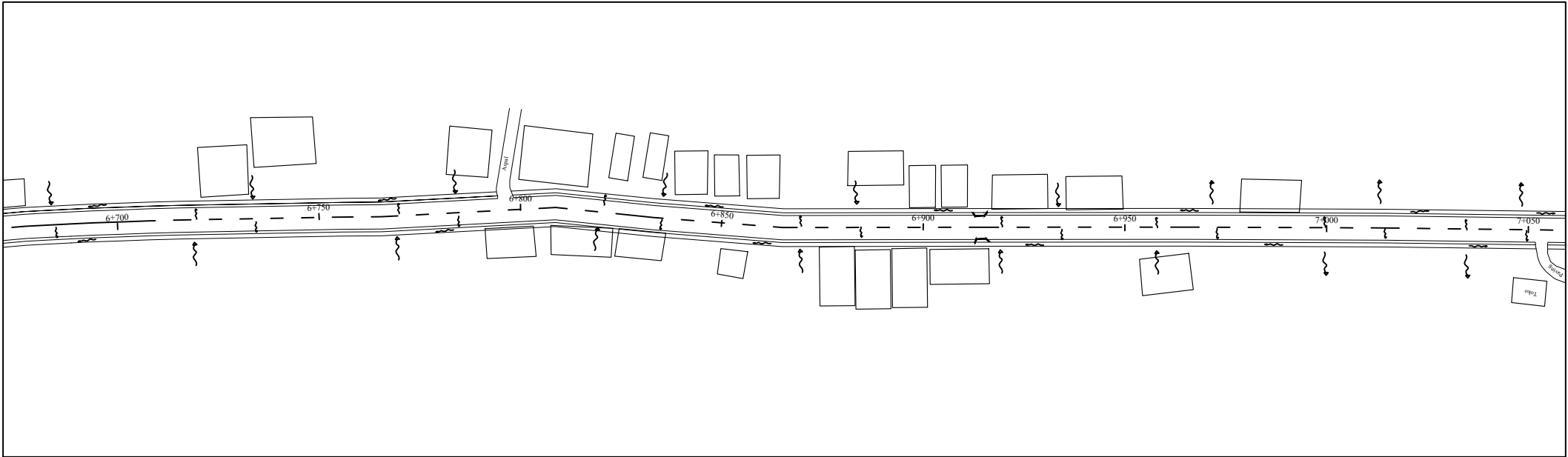
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	88.766	88.787	89.917	91.159	94.654	94.430	90.896	90.923	93.565
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	26	50	50	50	50	50	50	35	
STA	6+324	6+350	6+400	6+450	6+500	6+550	6+600	6+650	6+685



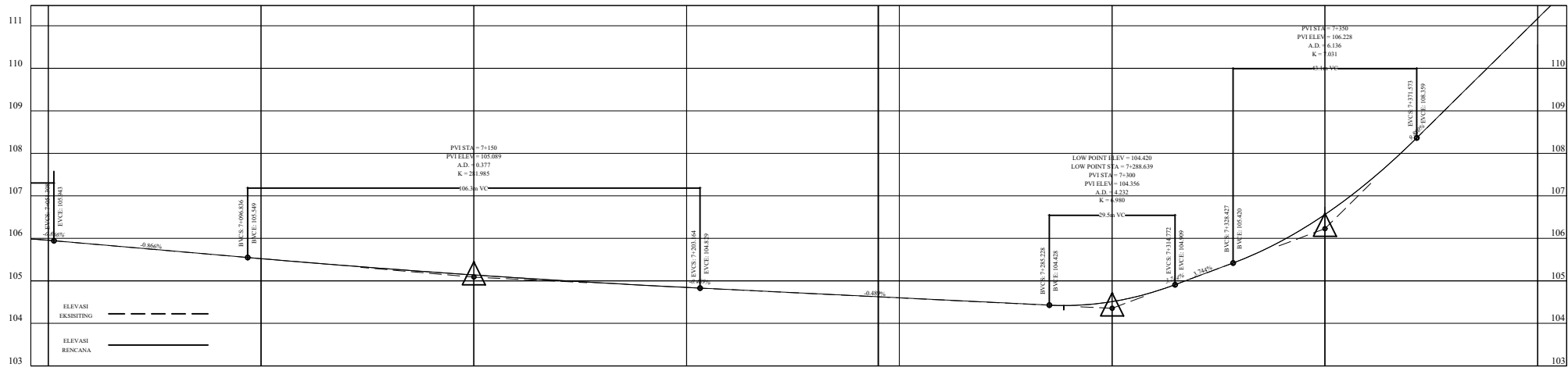
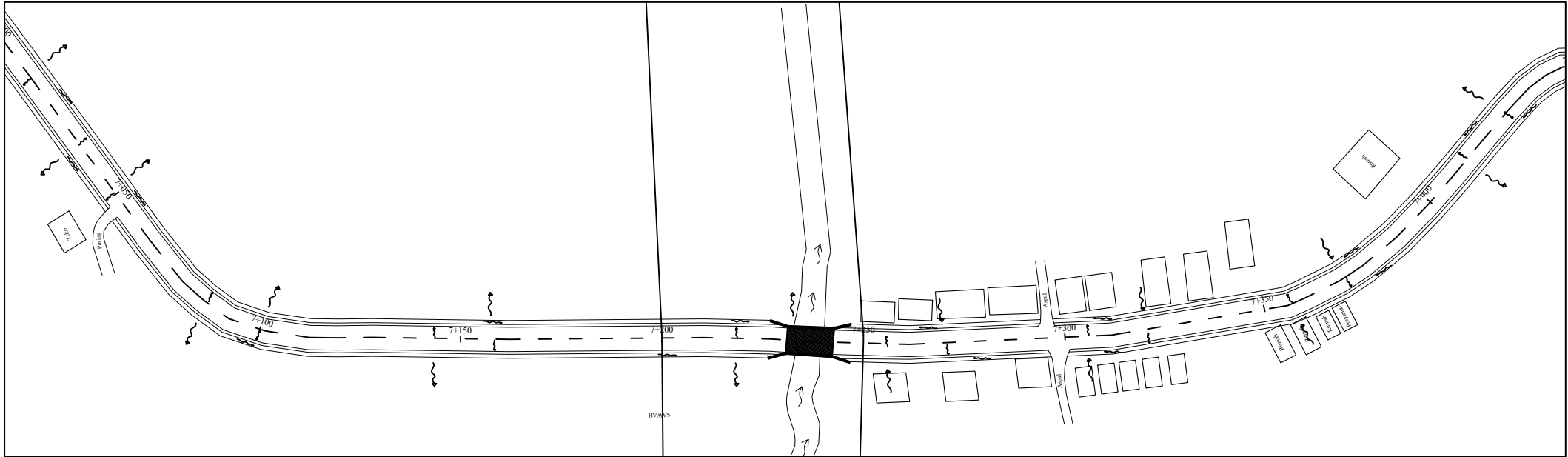
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 011
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 6+685 - STA 7+046	Jml. Lembar : 020
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	92.565	94.658	97.256	99.570	101.638	103.391	104.898	105.894	105.985
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	15	50	50	50	50	50	50	46	
STA	6+685	6+700	6+750	6+800	6+850	6+900	6+950	7+000	7+046



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 012
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 7+046 - STA 7+407	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	105.683	105.554	105.522	105.239	104.843	104.600	104.512			
ELEVASI RENCANA										
ELEVASI DRAINASE										
JARAK (M)	14	50	50	50	50	50	50	50	7	
STA	7+046 7+050	7+100	7+150	7+200	7+250	7+300	7+350	7+400	7+407	



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

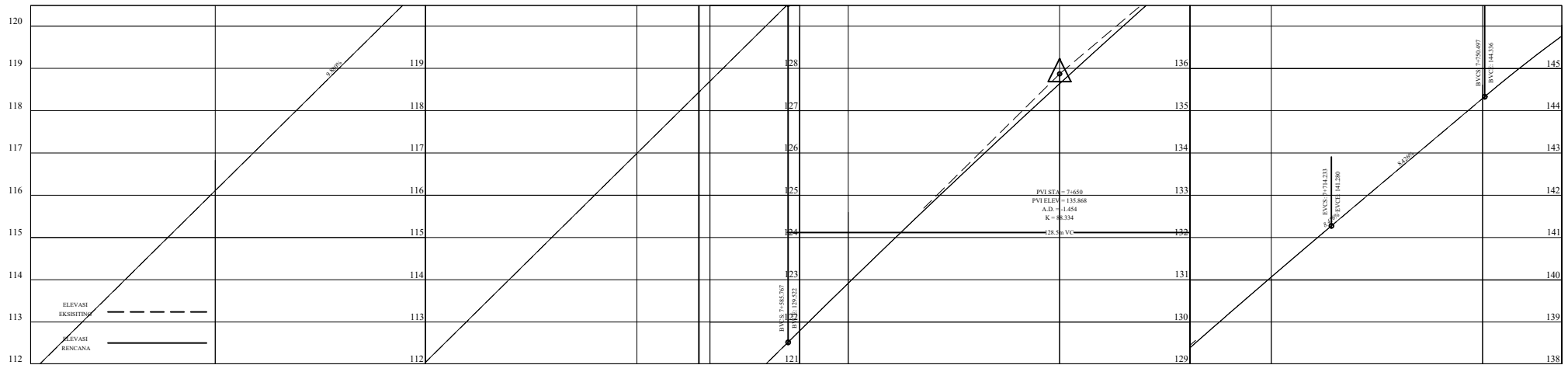
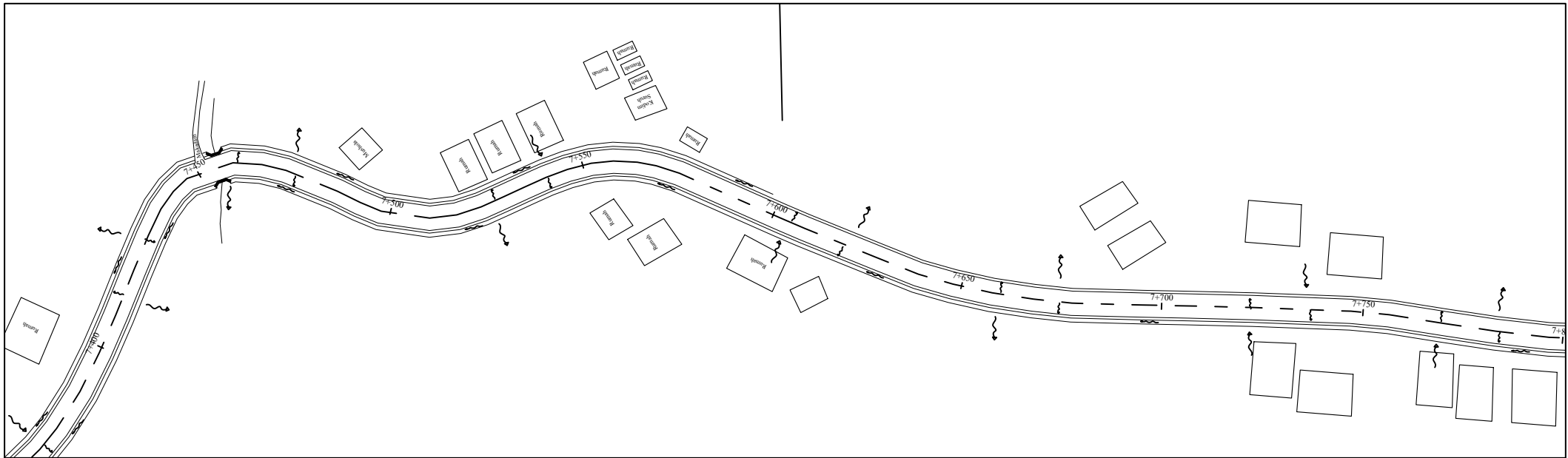
DIGAMBAR
Dhya Ayu Larasati 1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II
Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002

JUDUL GAMBAR
TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 7+407 - STA 7+769

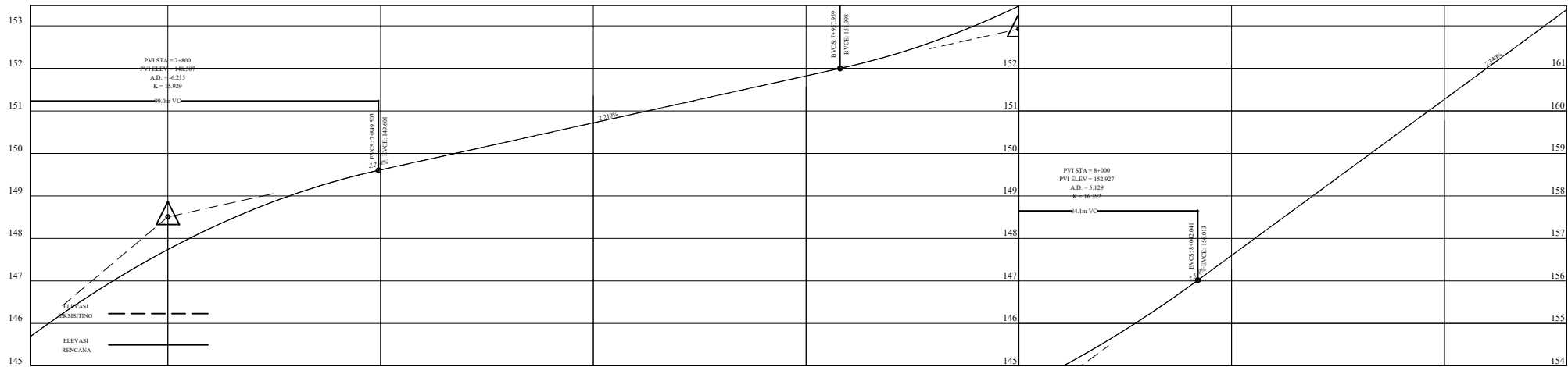
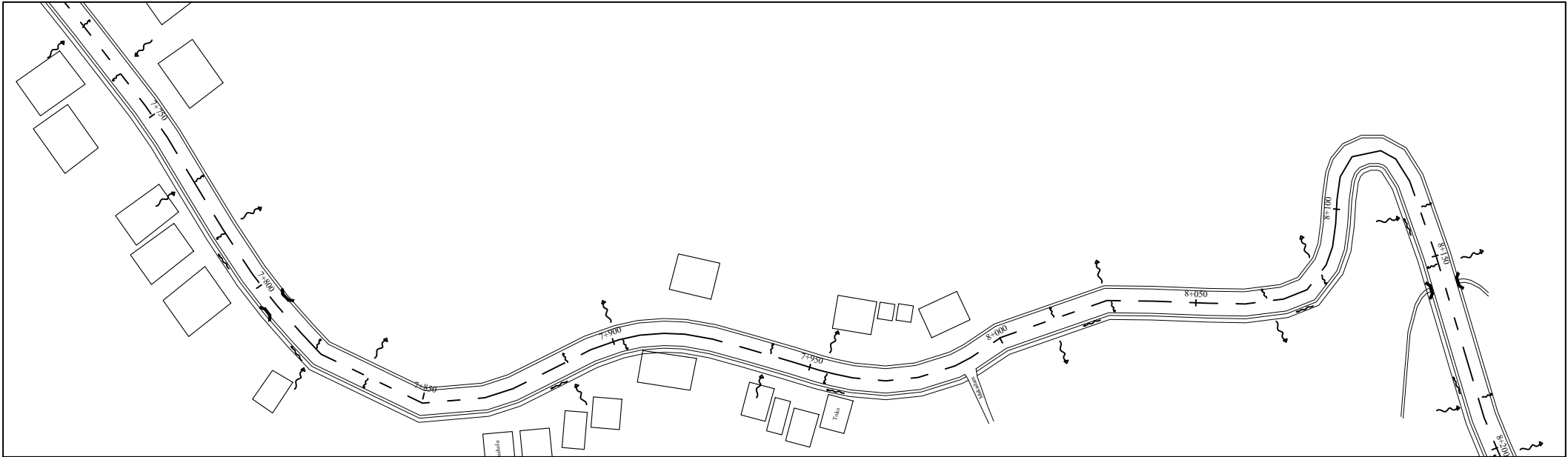
No. Lembar : 013
Jml. Lembar : 015
Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTISTING	117.811	116.108	121.048	125.908	130.916	135.634	140.088	144.294	145.727
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	43	50	50	50	50	50	50	19	
STA	7+407	7+450	7+500	7+550	7+600	7+650	7+700	7+750	7+769



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 014
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG STA 7+768 - STA 8+129	Jml. Lembar : 015
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



ELEVASI EKSTING	145.699	147.727	149.012	150.717	151.822	153.466	156.597	160.267	162.176
ELEVASI RENCANA									
ELEVASI DRAINASE									
JARAK (M)	32	50	50	50	50	50	50	29	
STA	7+768	7+800	7+850	7+900	7+950	8+000	8+050	8+100	8+129



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 015

Jml. Lembar : 015

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100

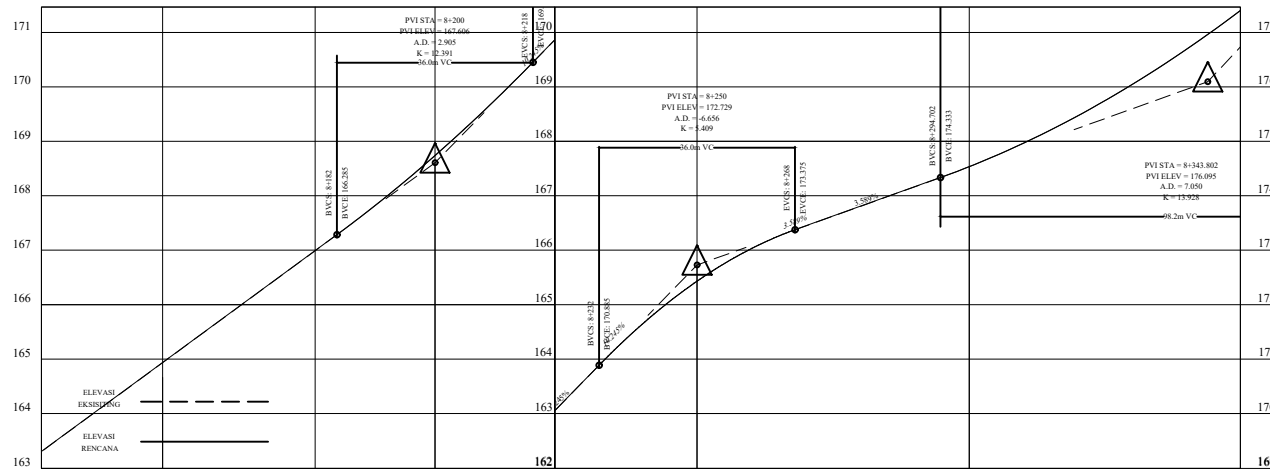
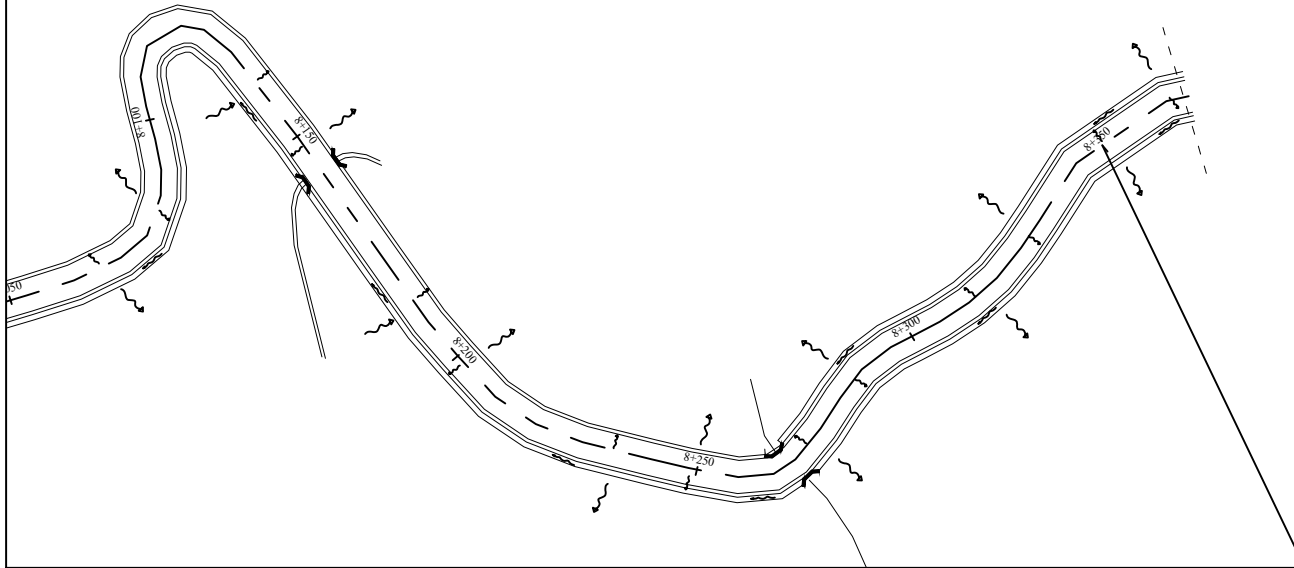
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

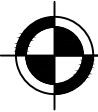
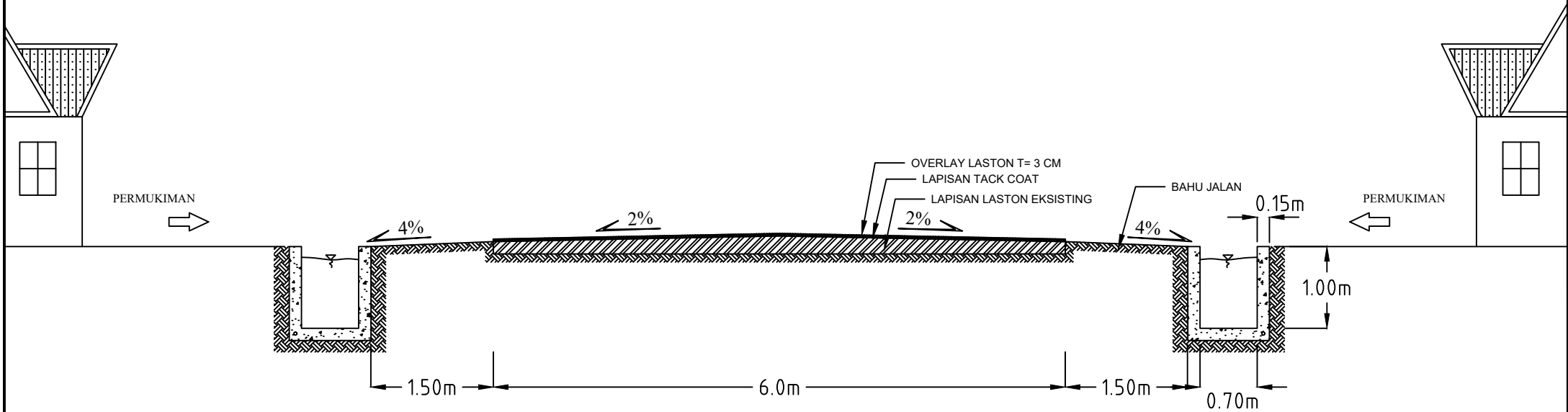
TAMPAK ATAS & POTONGAN MEMANJANG  
STA 8+129 - STA 8+350



ELEVASI EKSTISTING	162.176	163.936	167.737	172.429	174.333	177.415
ELEVASI RENCANA						
ELEVASI DRAINASE						
JARAK (M)	21	50	50	50	50	
STA	8+129	8+150	8+200	8+250	8+300	8+350

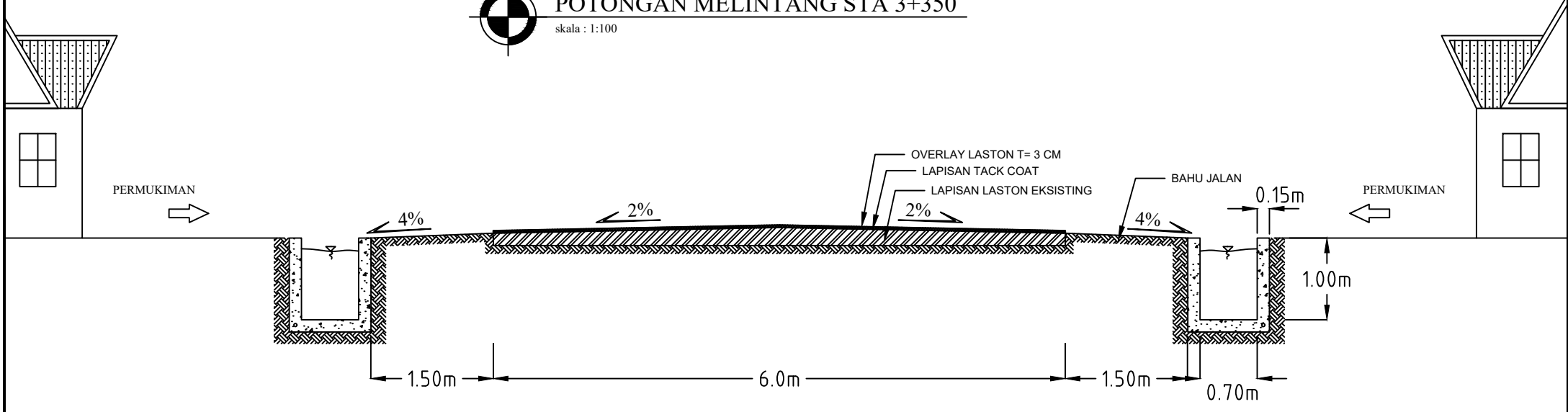


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 1
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 3+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 3+450	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



POTONGAN MELINTANG STA 3+350

skala : 1:100

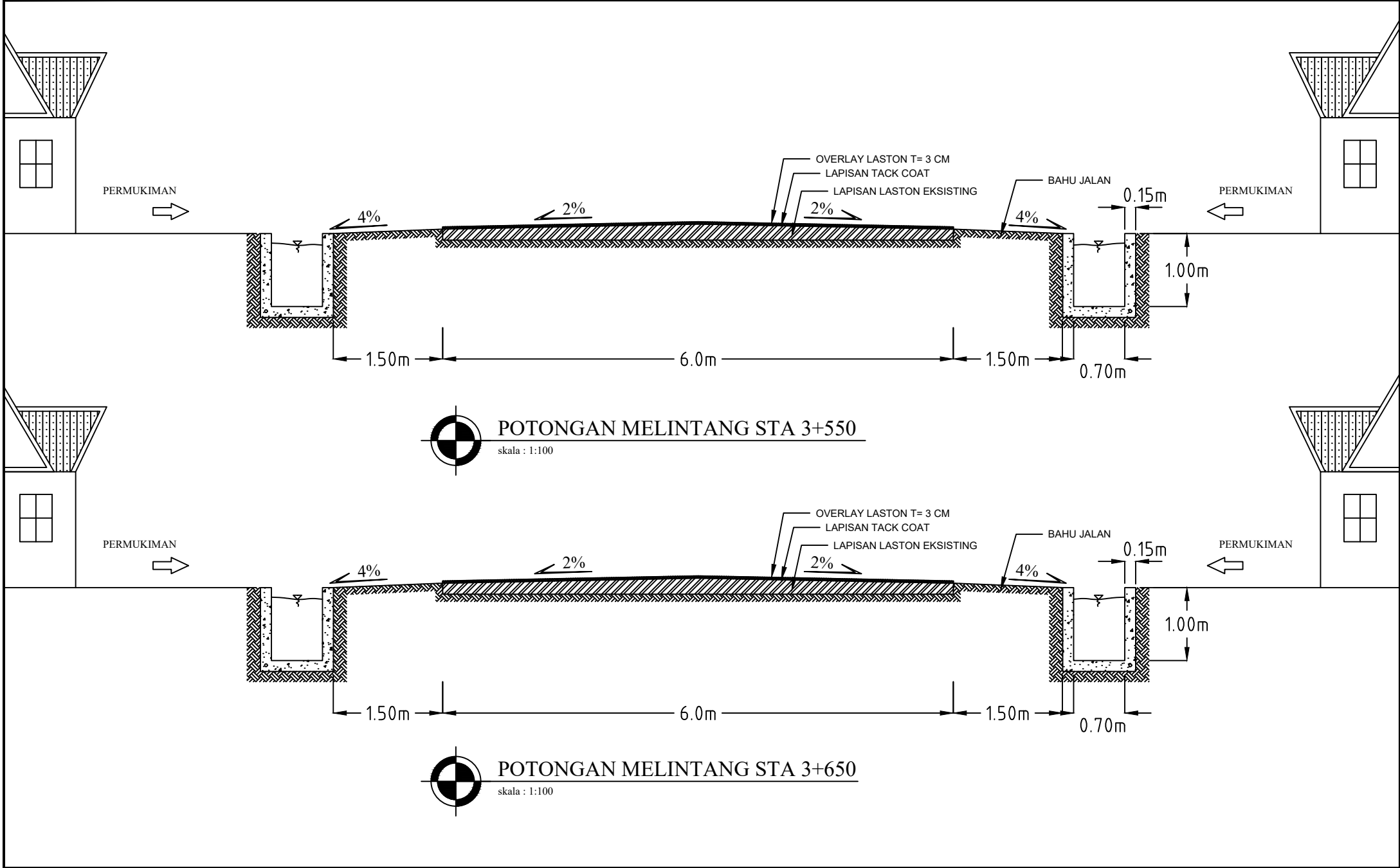


POTONGAN MELINTANG STA 3+450

skala : 1:100



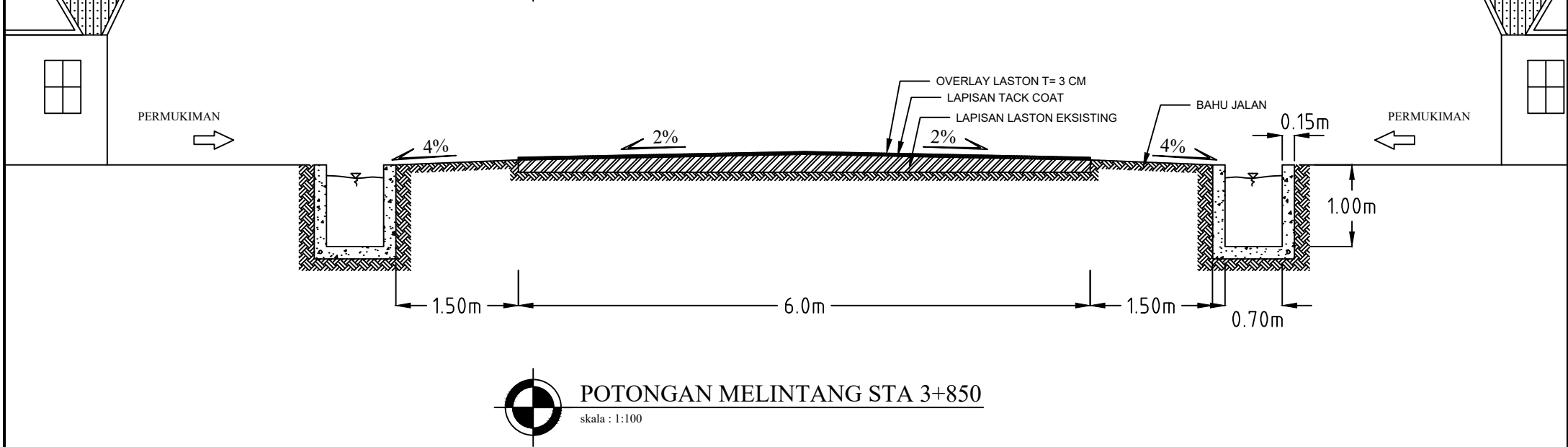
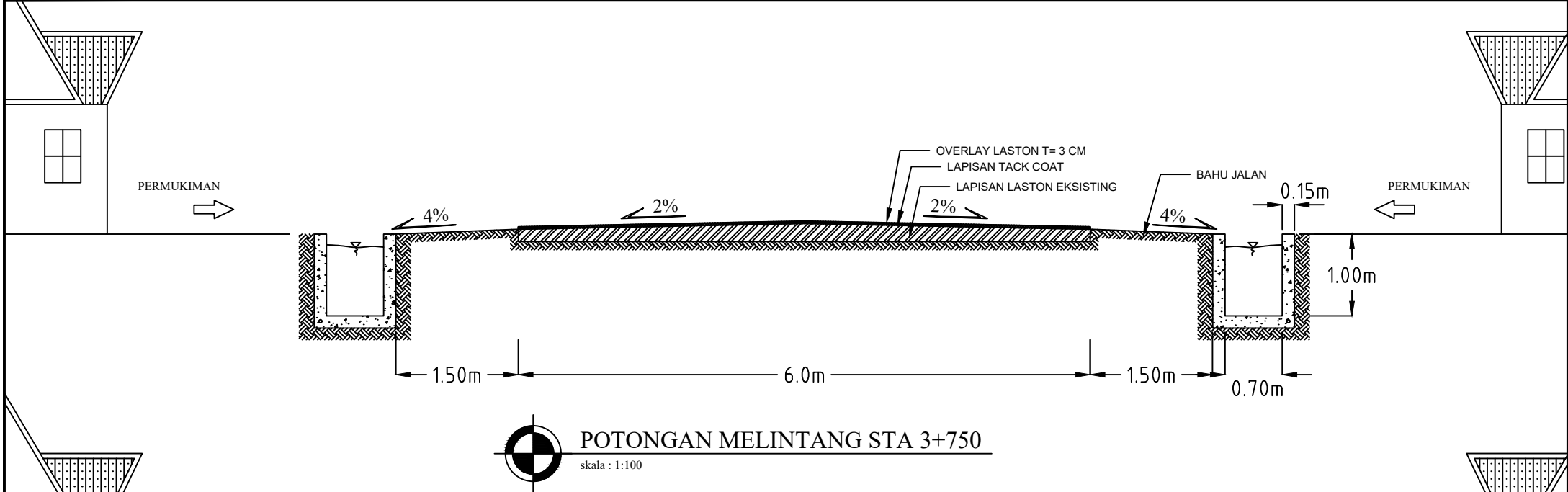
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 2
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 3+550	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 3+650	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





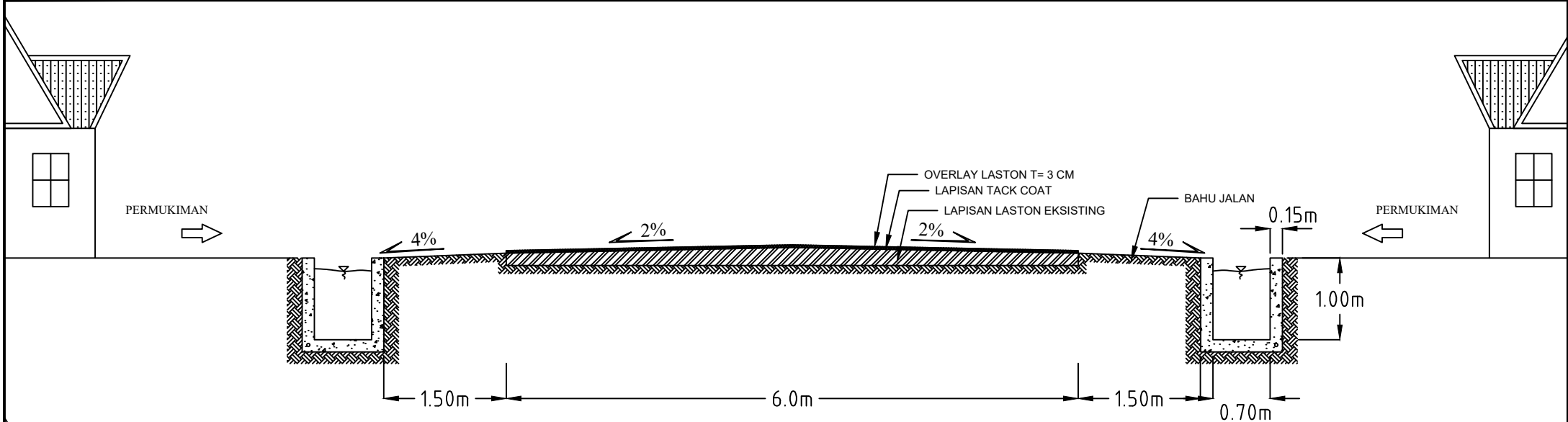


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 3
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 3+750	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 3+850	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100

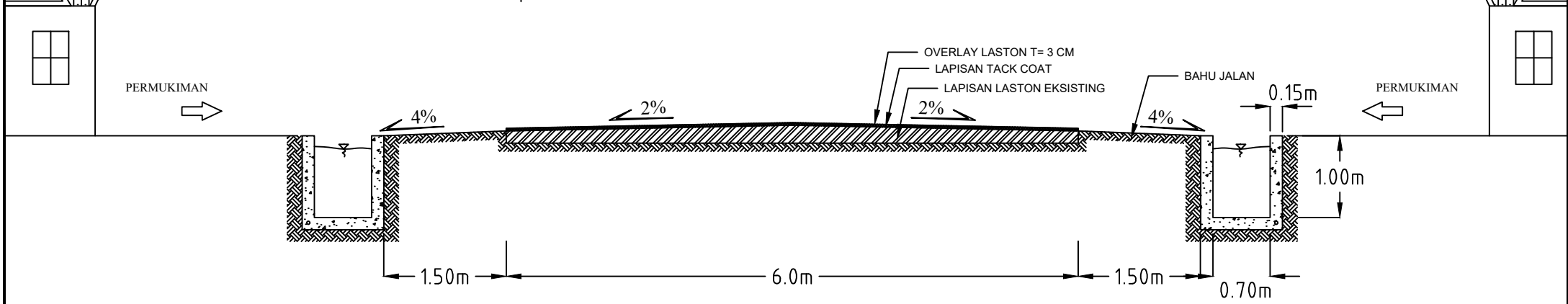




JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 4
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 3+950	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 4+050	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



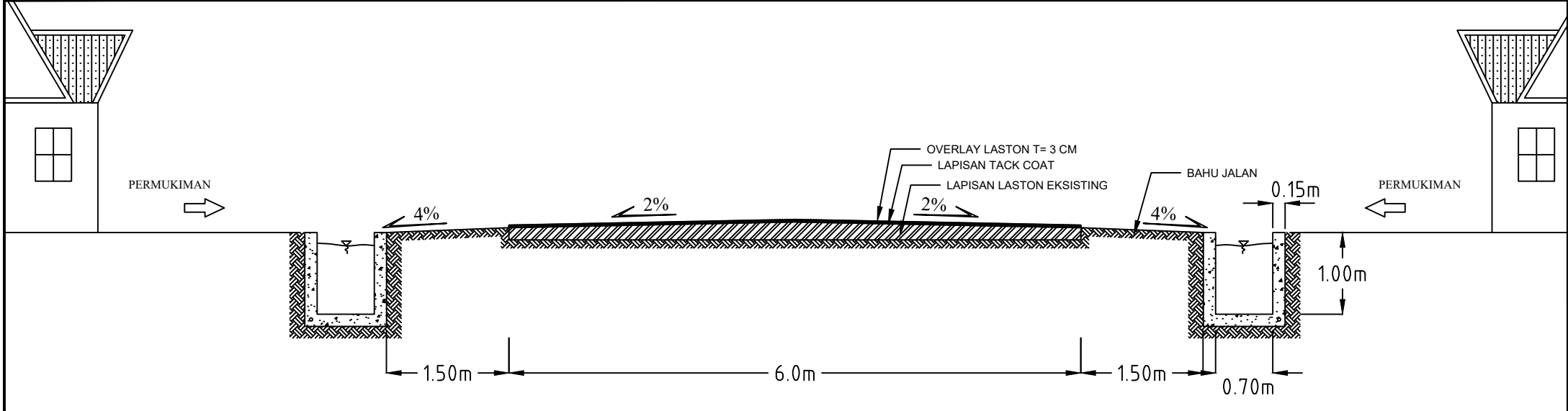
 **POTONGAN MELINTANG STA 3+950**  
skala : 1:100



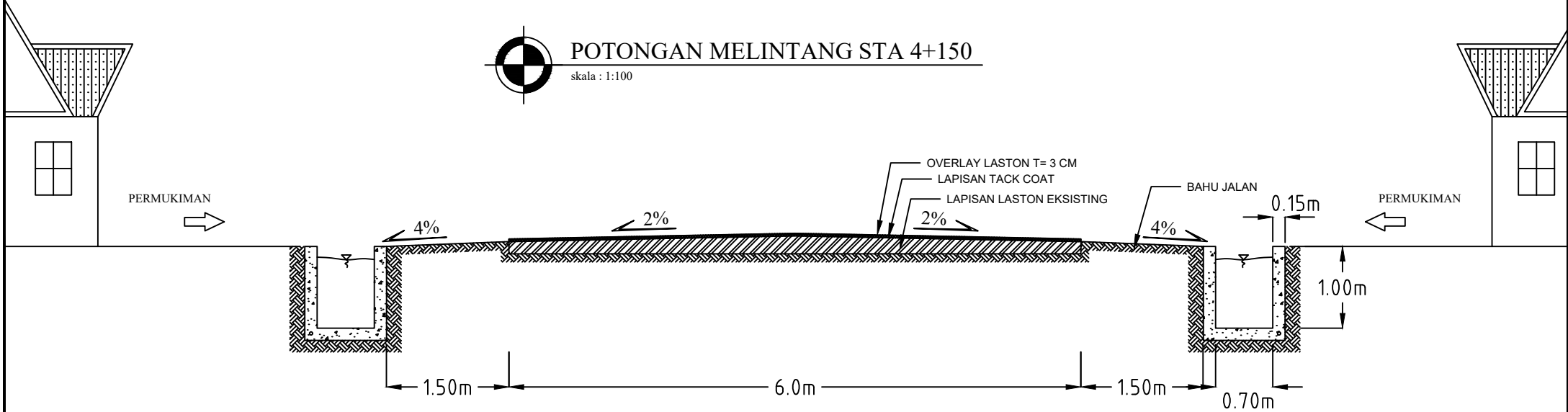
 **POTONGAN MELINTANG STA 4+050**  
skala : 1:100



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 5
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 4+150	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 4+250	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



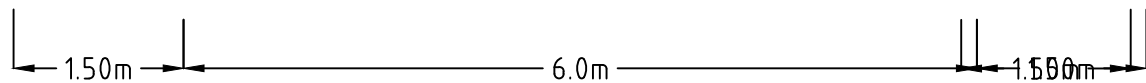
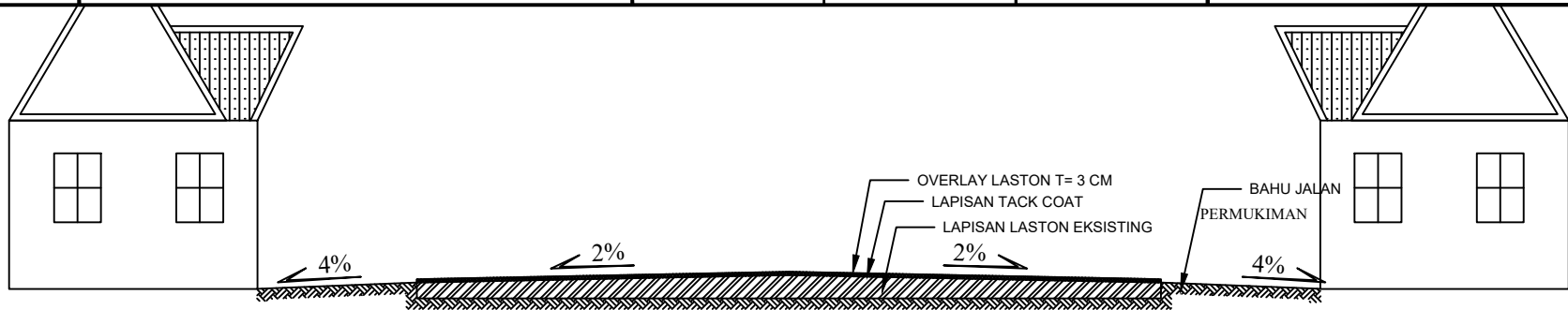
 **POTONGAN MELINTANG STA 4+150**  
skala : 1:100



 **POTONGAN MELINTANG STA 4+250**  
skala : 1:100

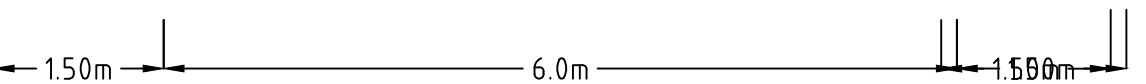
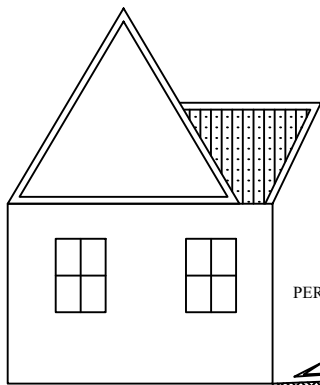


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 6
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 4+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 4+450	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



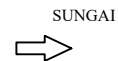
POTONGAN MELINTANG STA 4+350

skala : 1:100



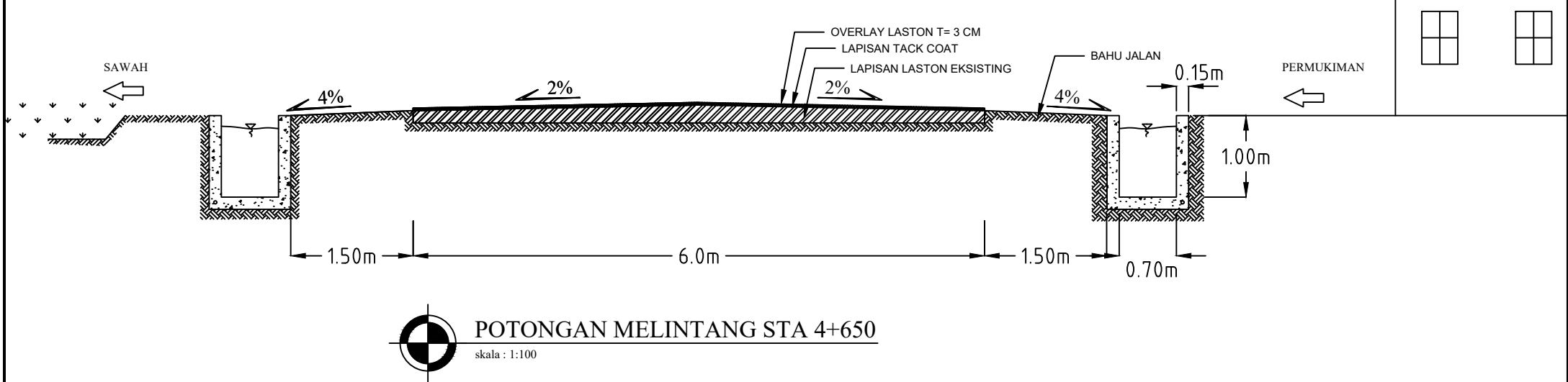
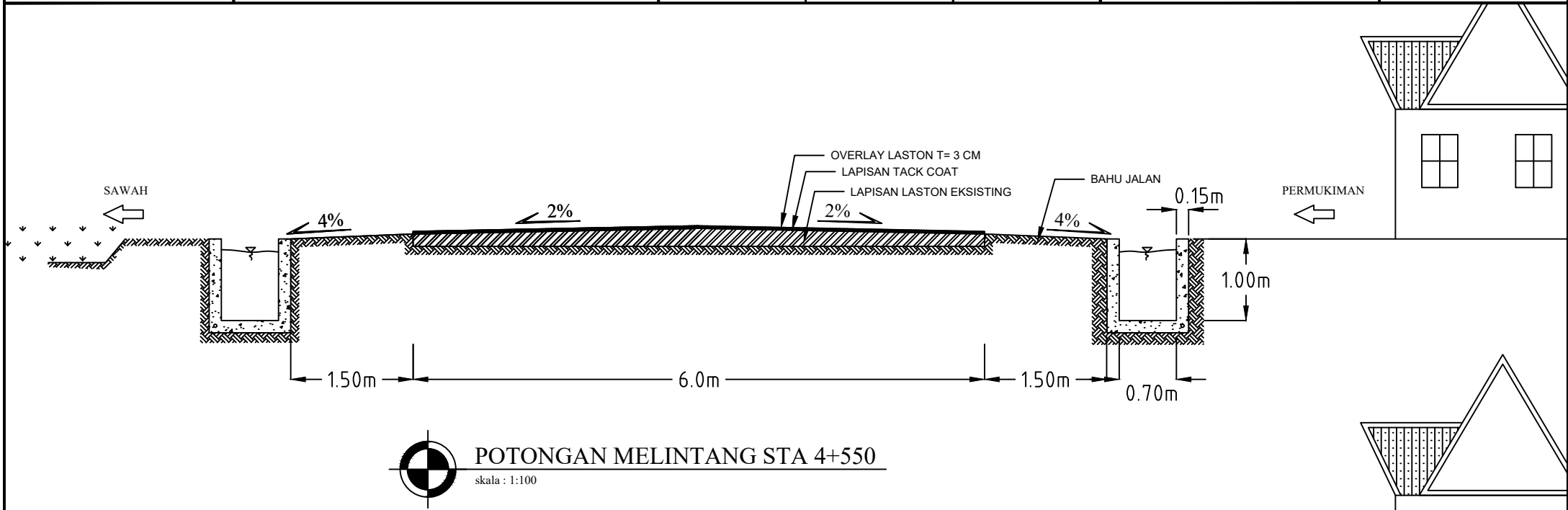
POTONGAN MELINTANG STA 4+450

skala : 1:100



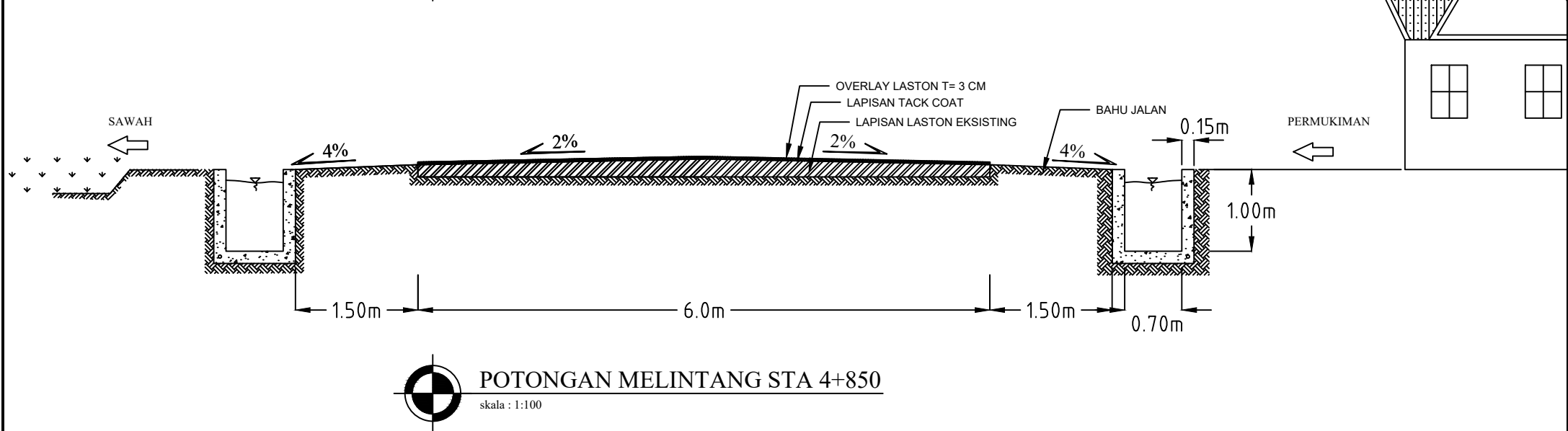
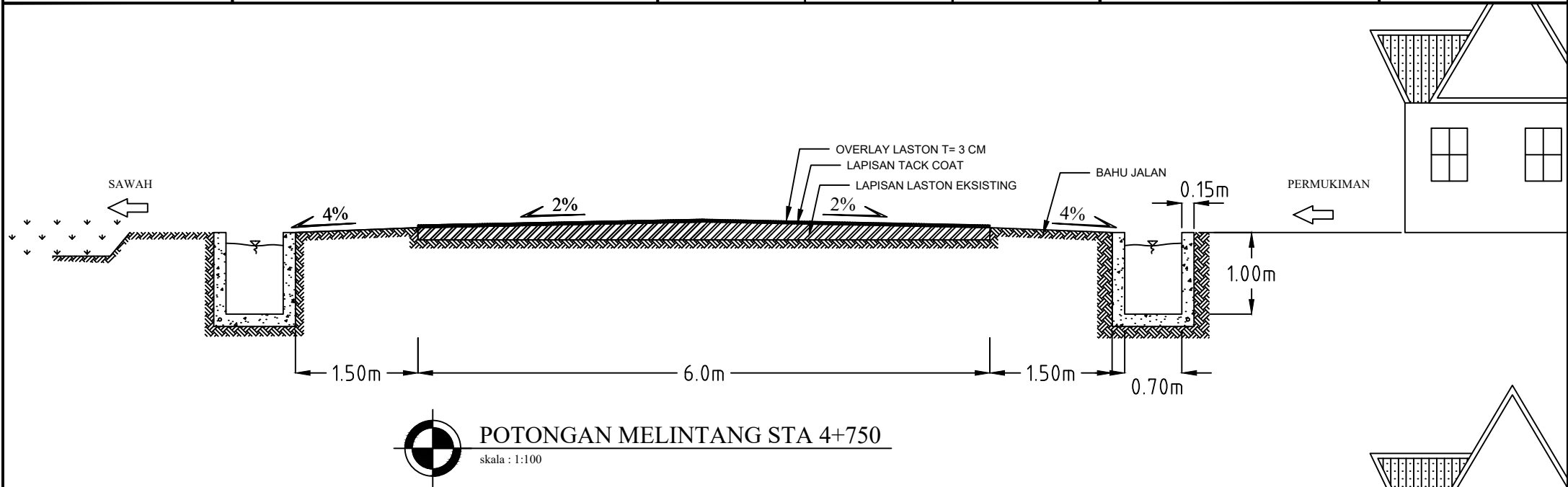


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 7
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 4+550	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 4+650	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





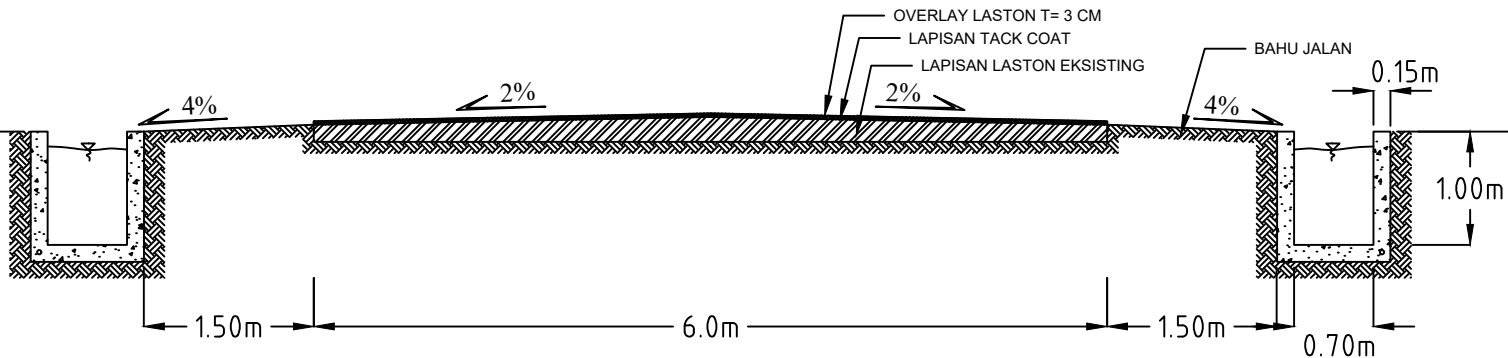
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 8
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 4+750	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 4+850	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 9
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 4+950	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 5+050	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100

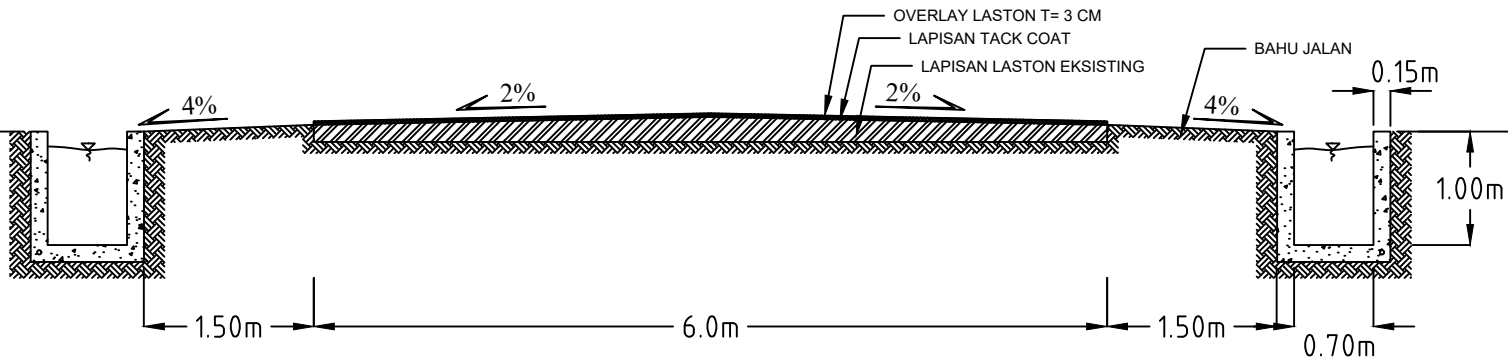
PERMUKIMAN



POTONGAN MELINTANG STA 4+950

skala : 1:100

PERMUKIMAN

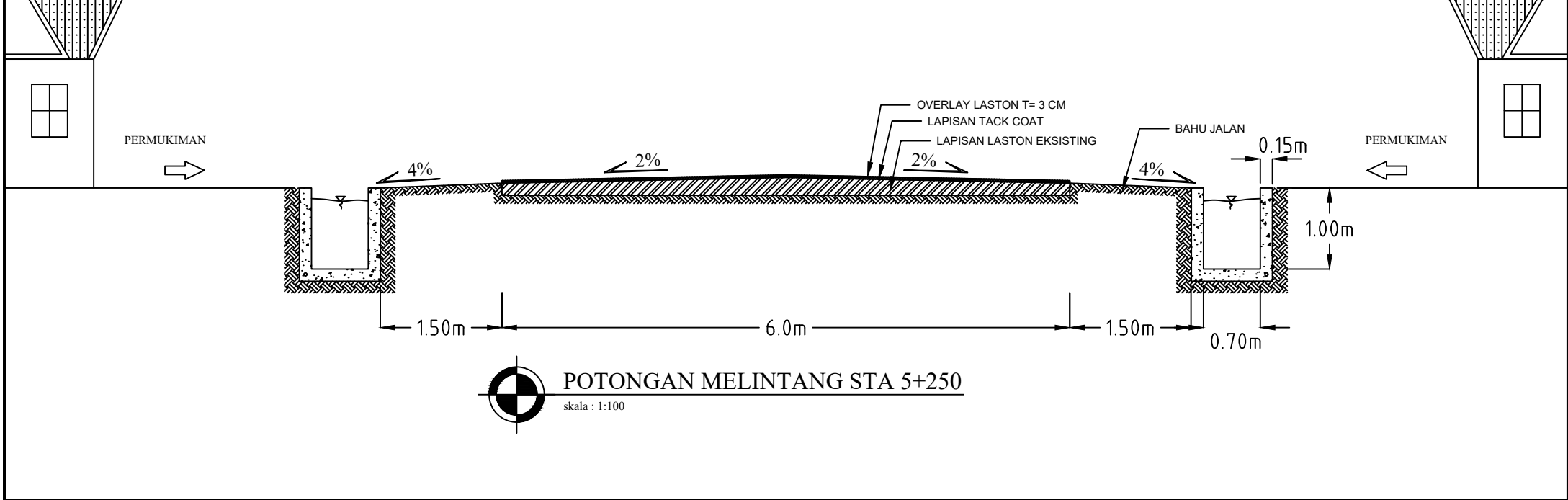
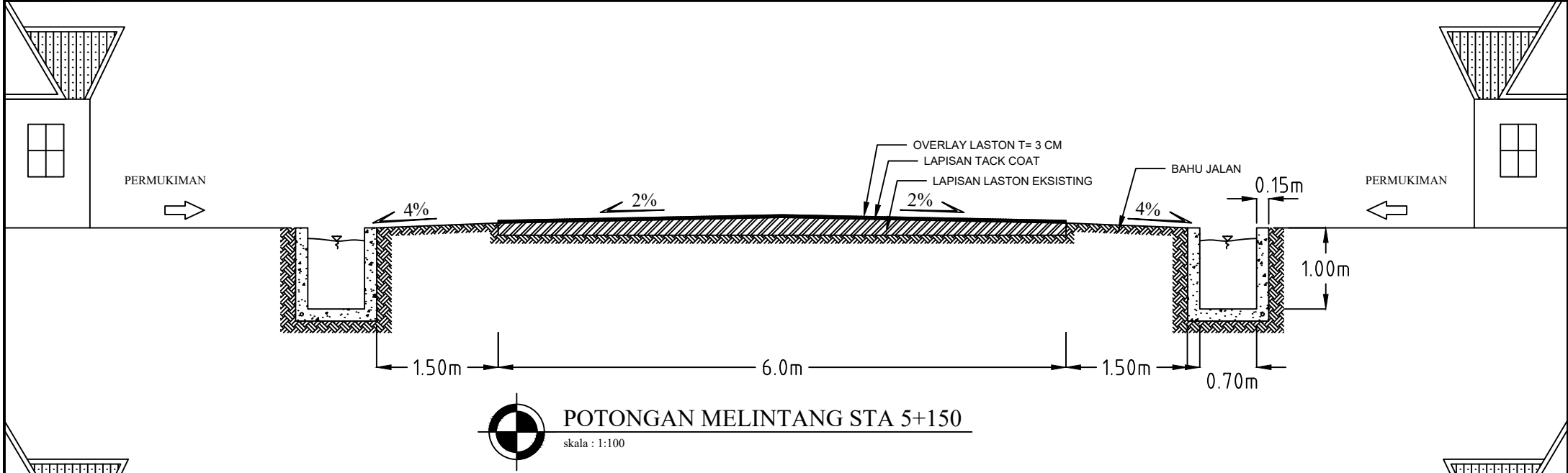


POTONGAN MELINTANG STA 5+050

skala : 1:100



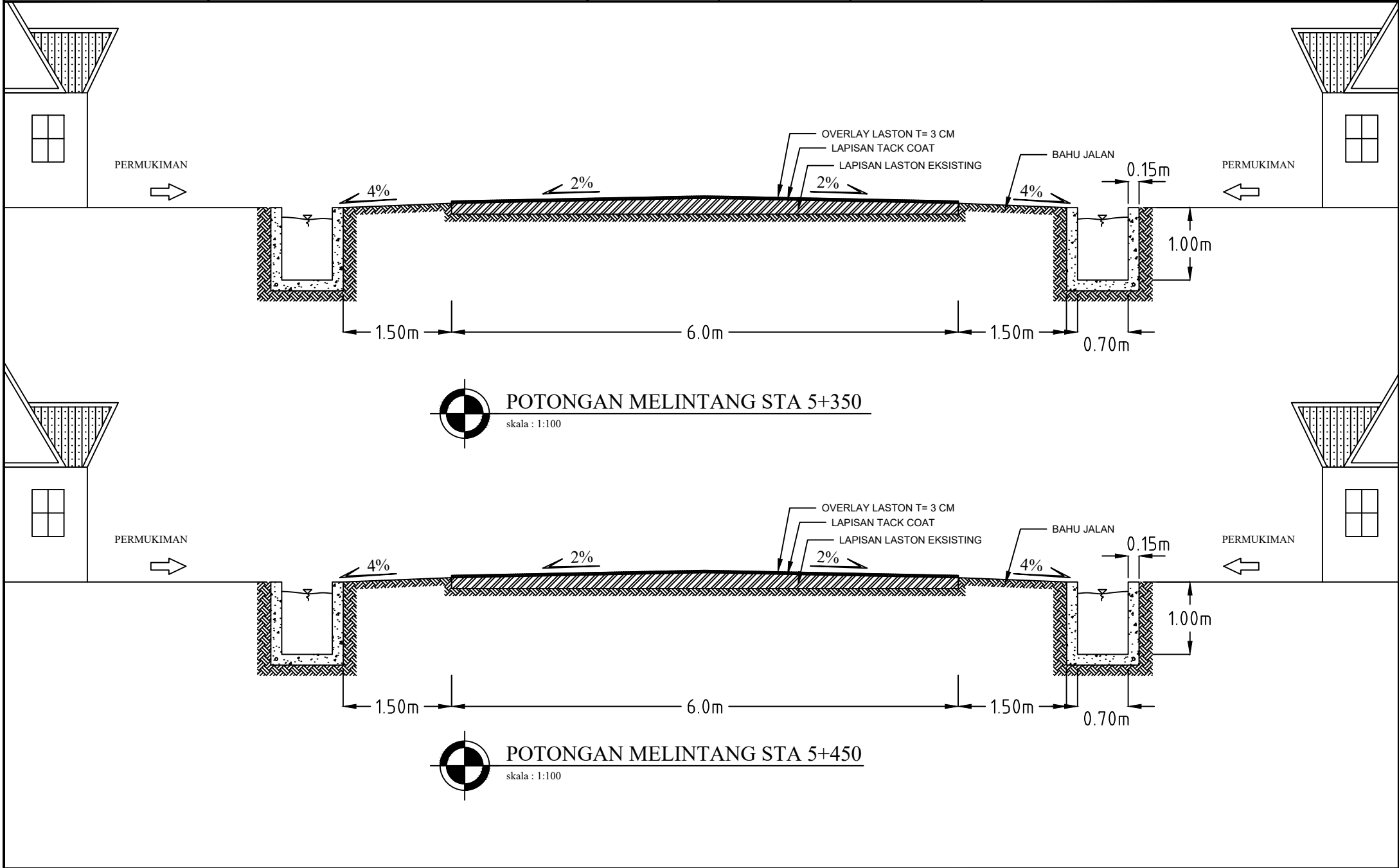
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 10
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 5+150	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 5+250	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





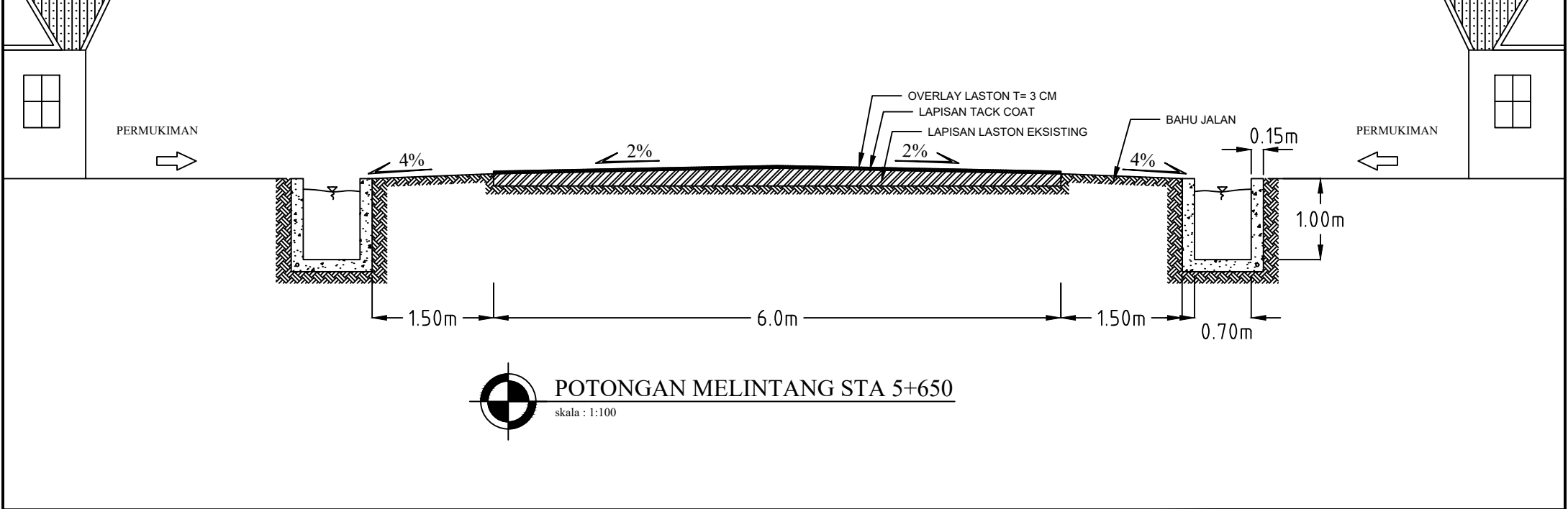
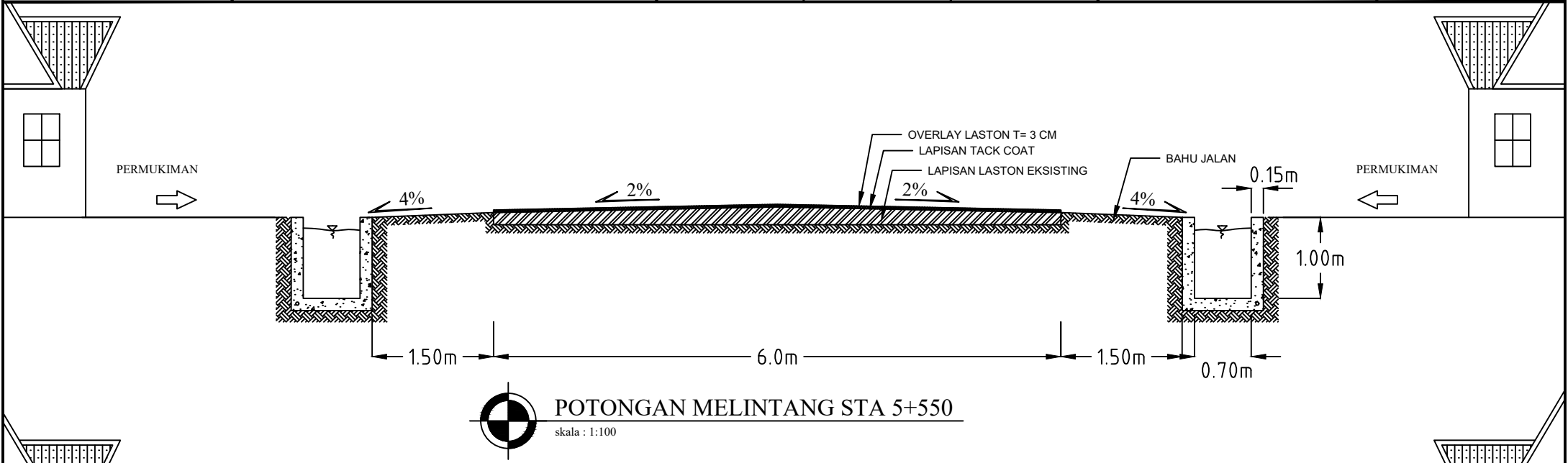


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 11
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 5+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 5+450	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 12
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 5+550	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 5+650	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 13

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

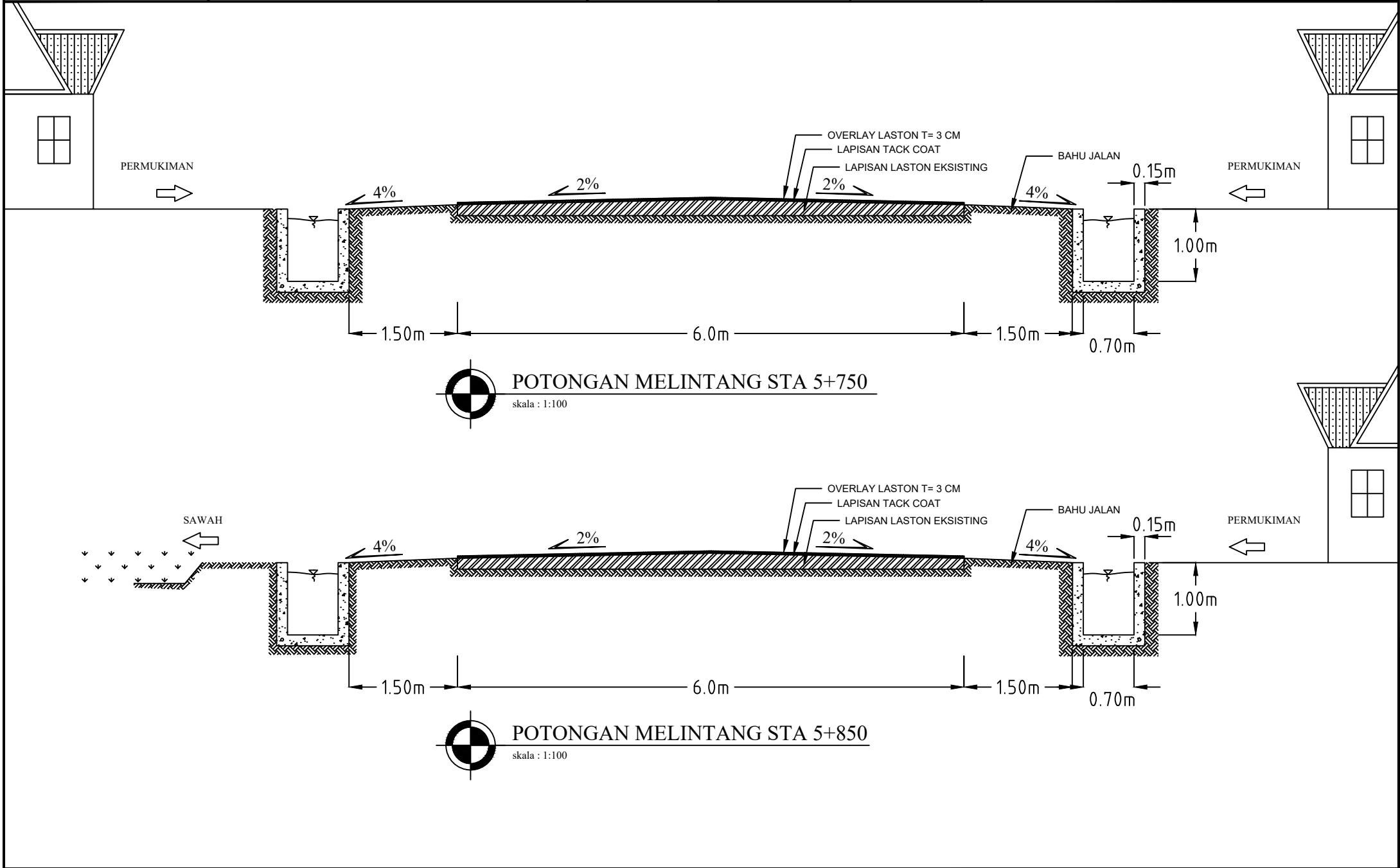
Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

POTONGAN MELINTANG STA 5+750

POTONGAN MELINTANG STA 5+850

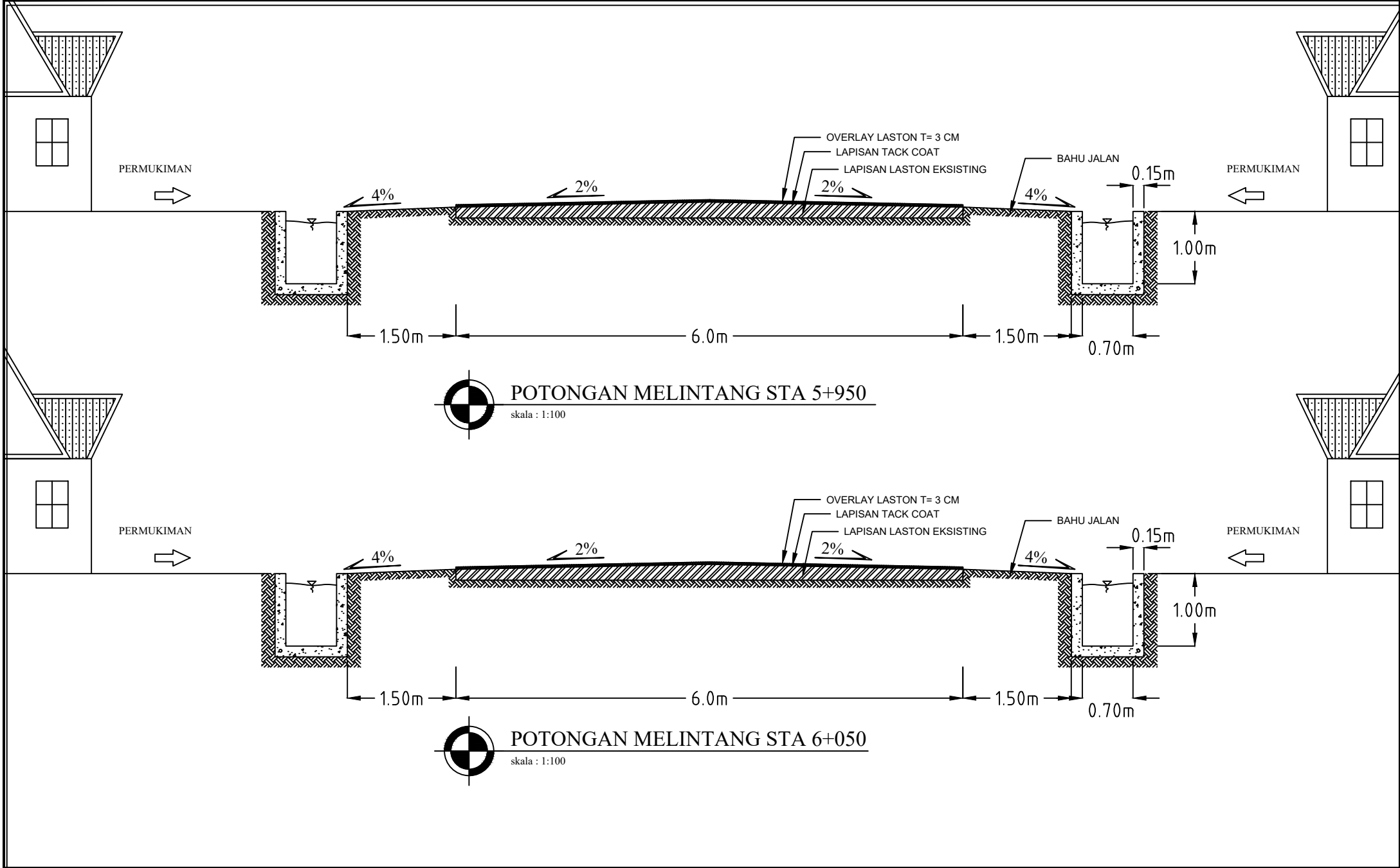
Jml. Lembar : 26

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



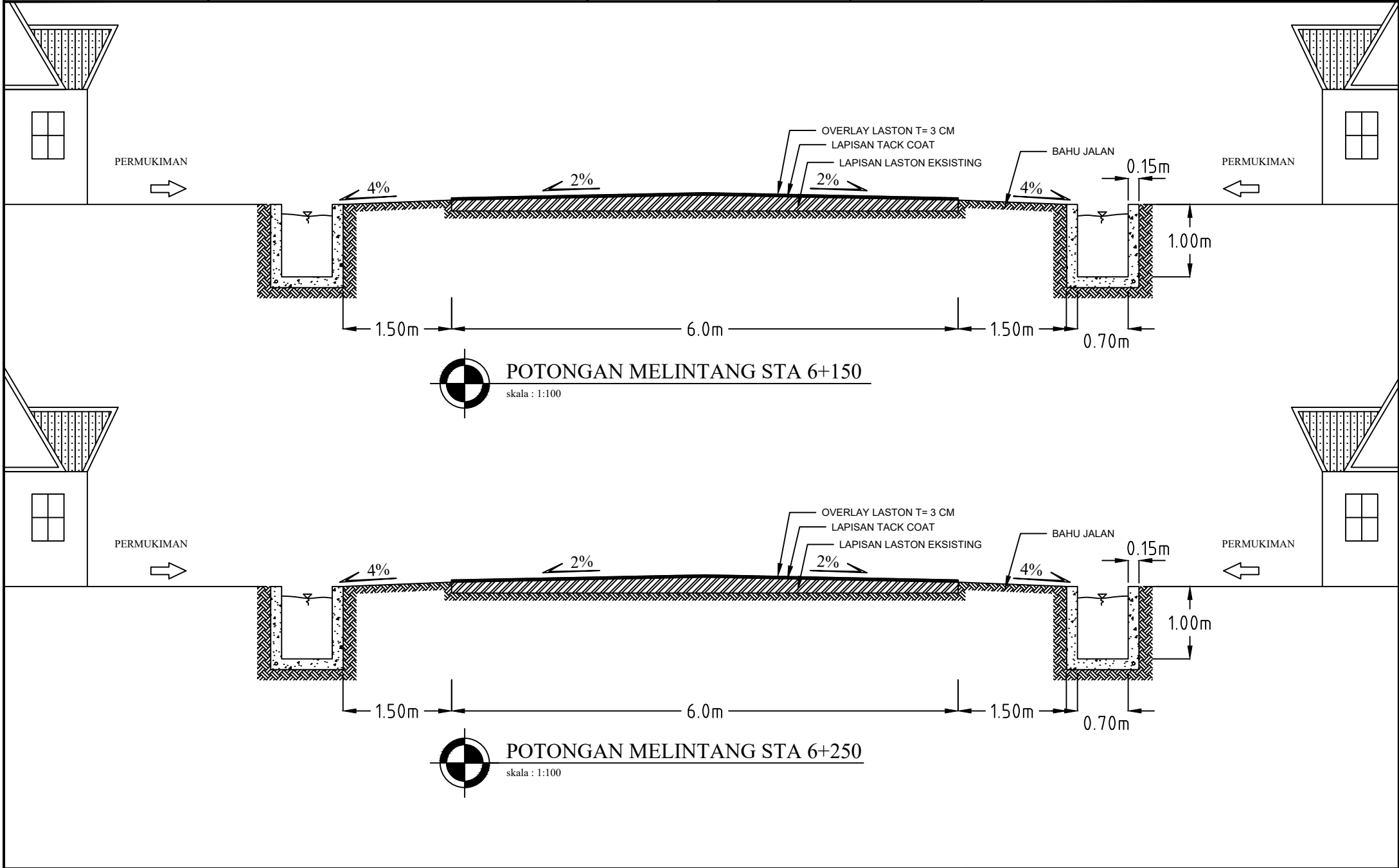


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 14
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 5+950	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 6+050	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



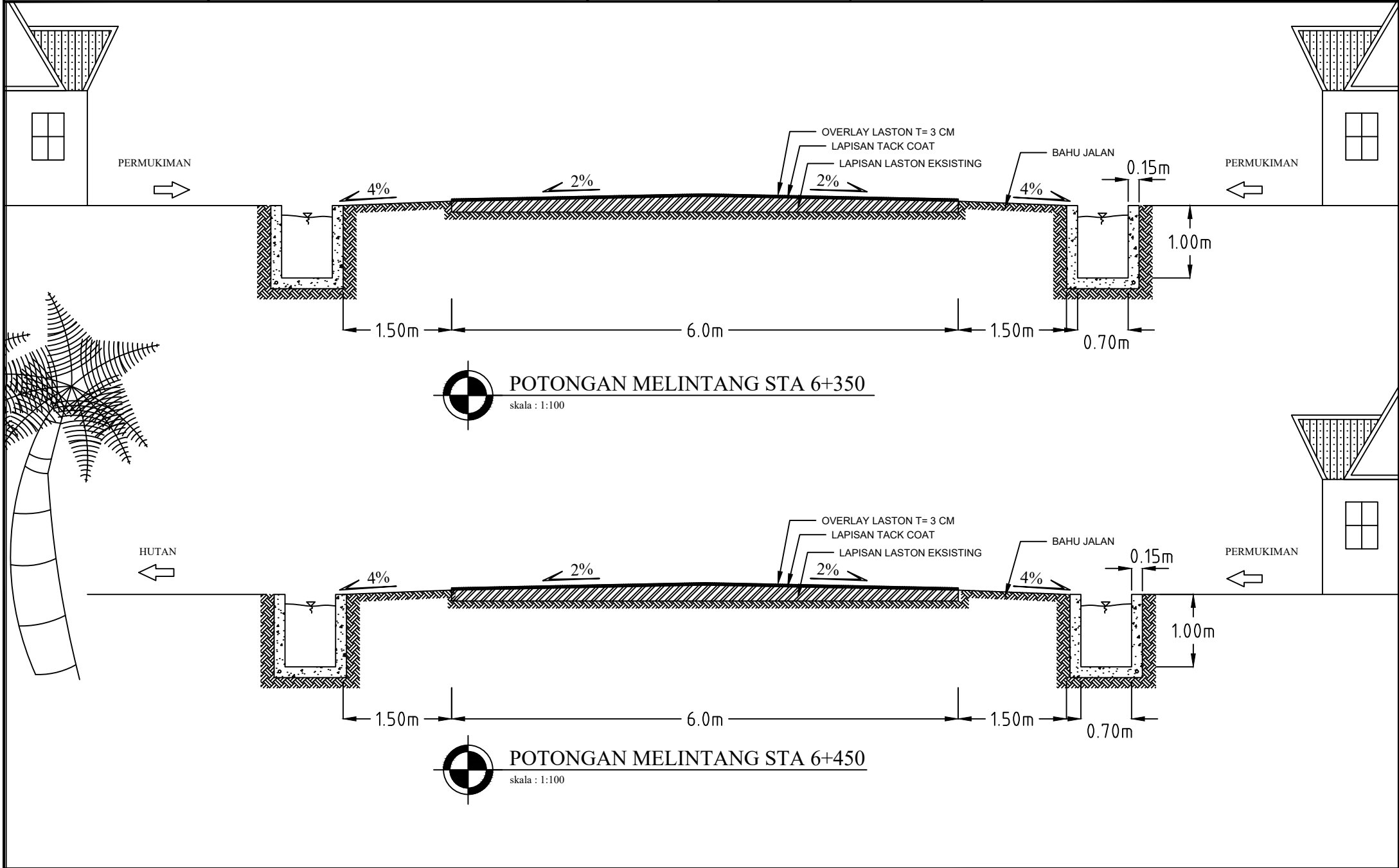


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 15
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 6+150	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 6+250	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 16
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 6+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 6+450	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 17

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

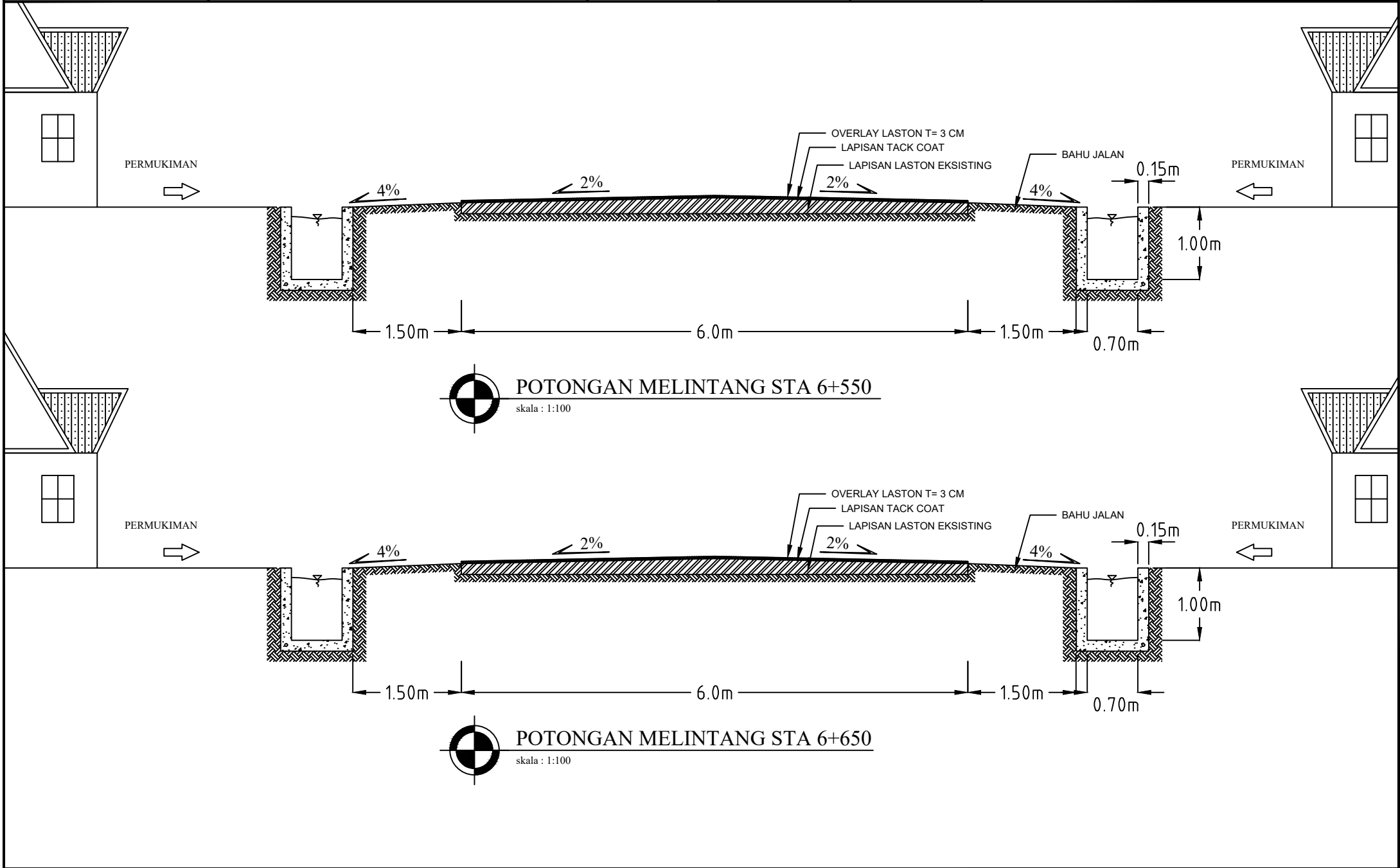
Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

POTONGAN MELINTANG STA 6+550

POTONGAN MELINTANG STA 6+650

Jml. Lembar : 26

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 18

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

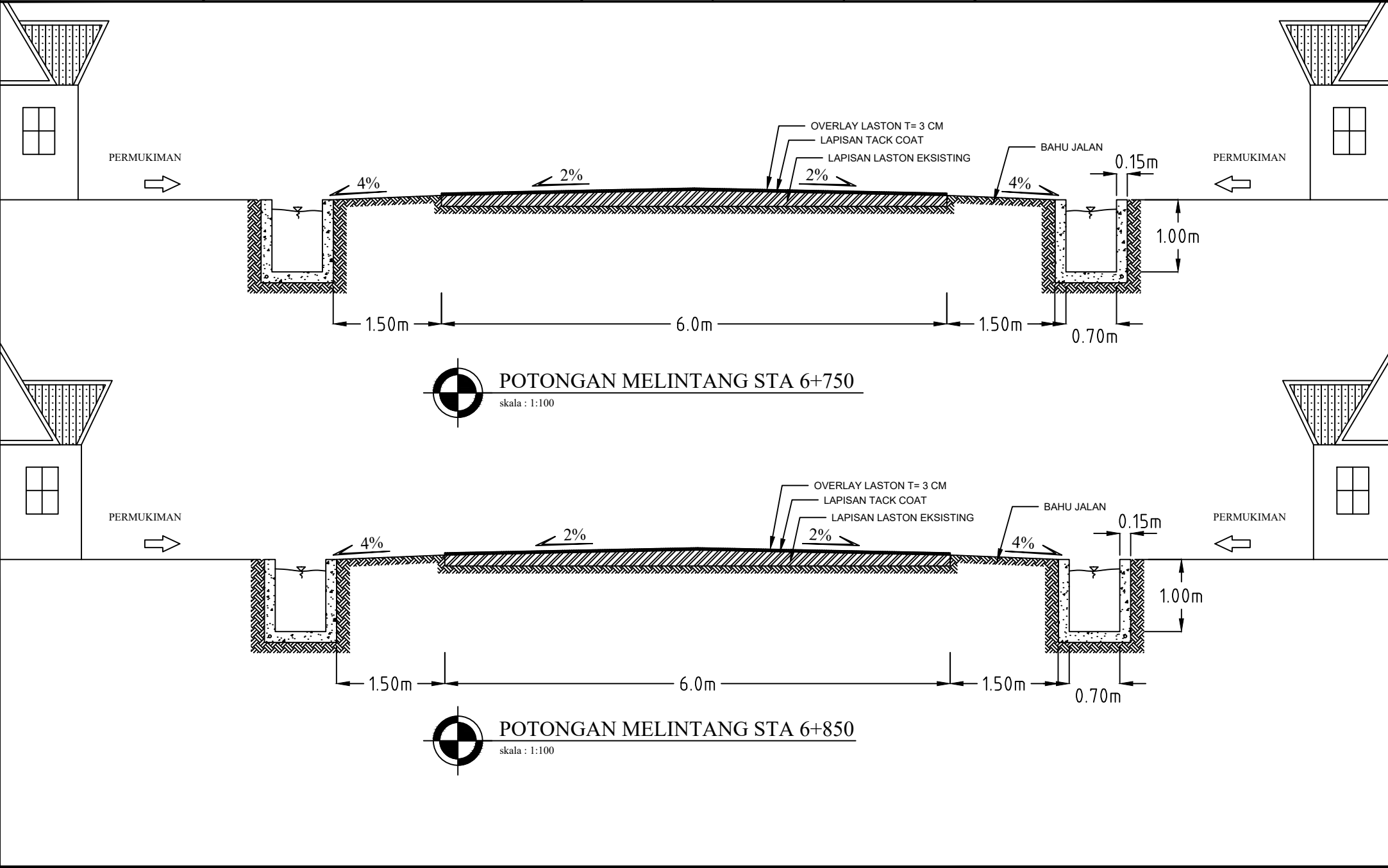
Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

POTONGAN MELINTANG STA 6+750

POTONGAN MELINTANG STA 6+850

Jml. Lembar : 26

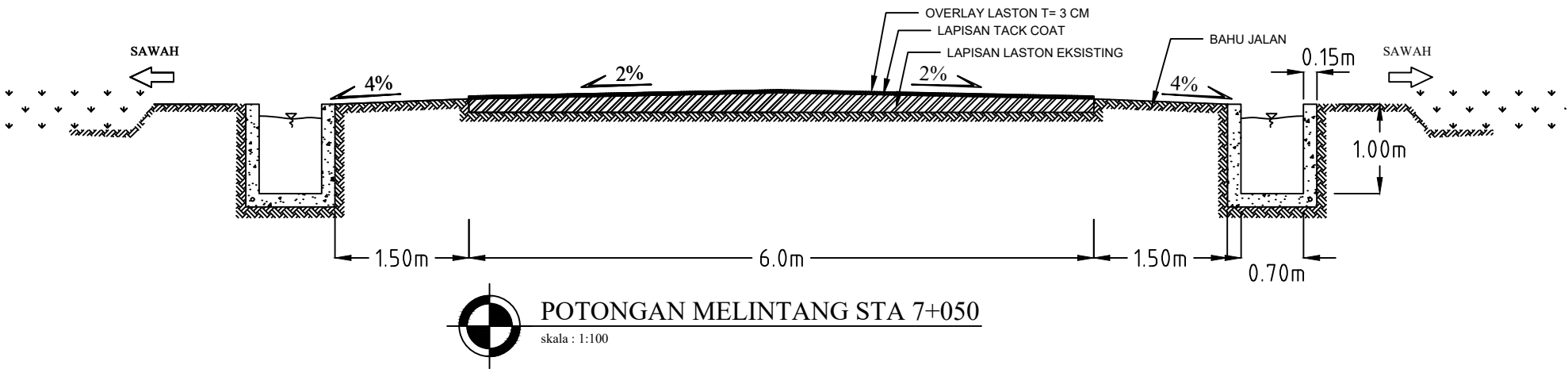
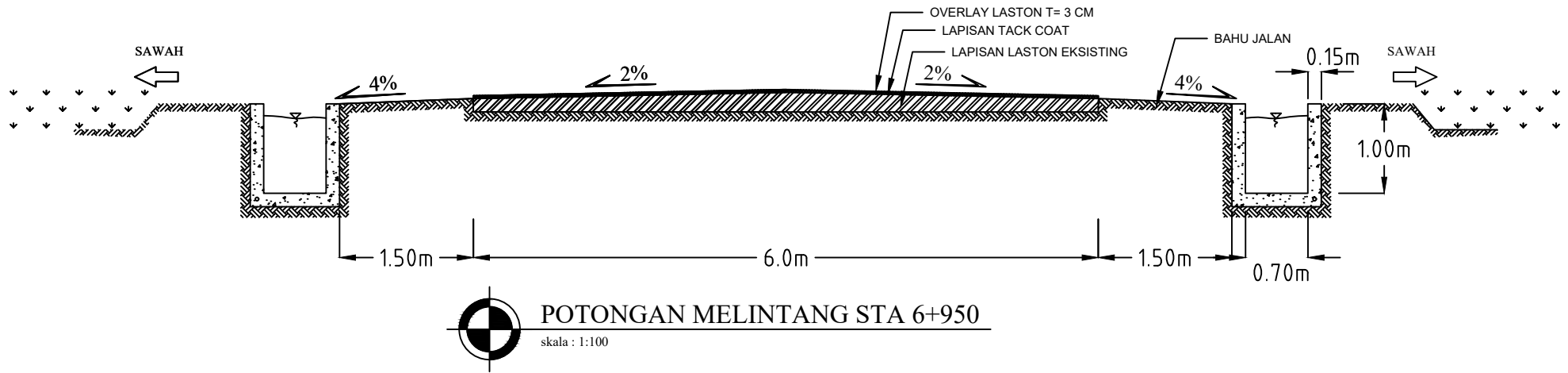
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100





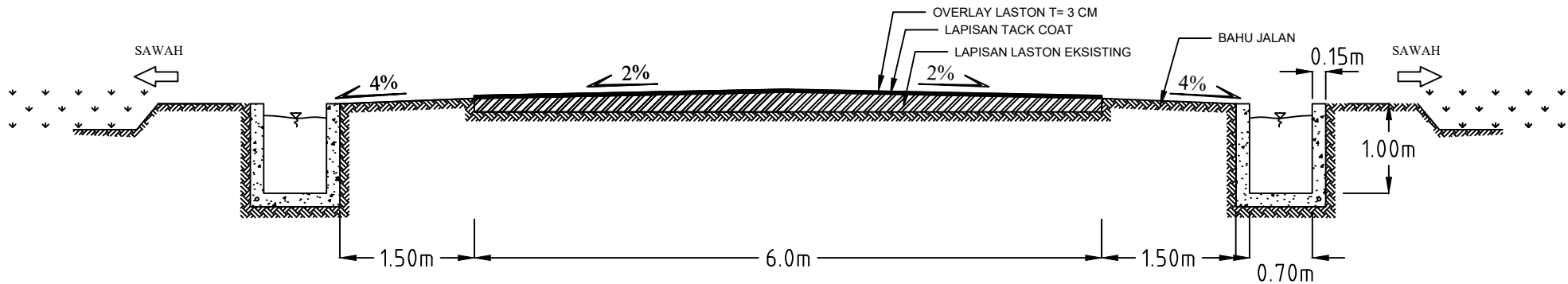


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 19
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 6+950	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 7+050	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100

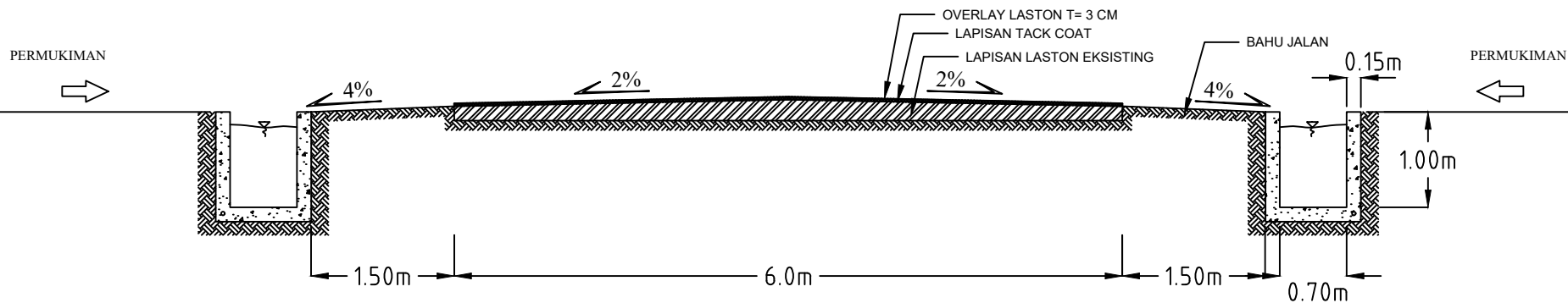




JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 20
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 7+150	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 7+250	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



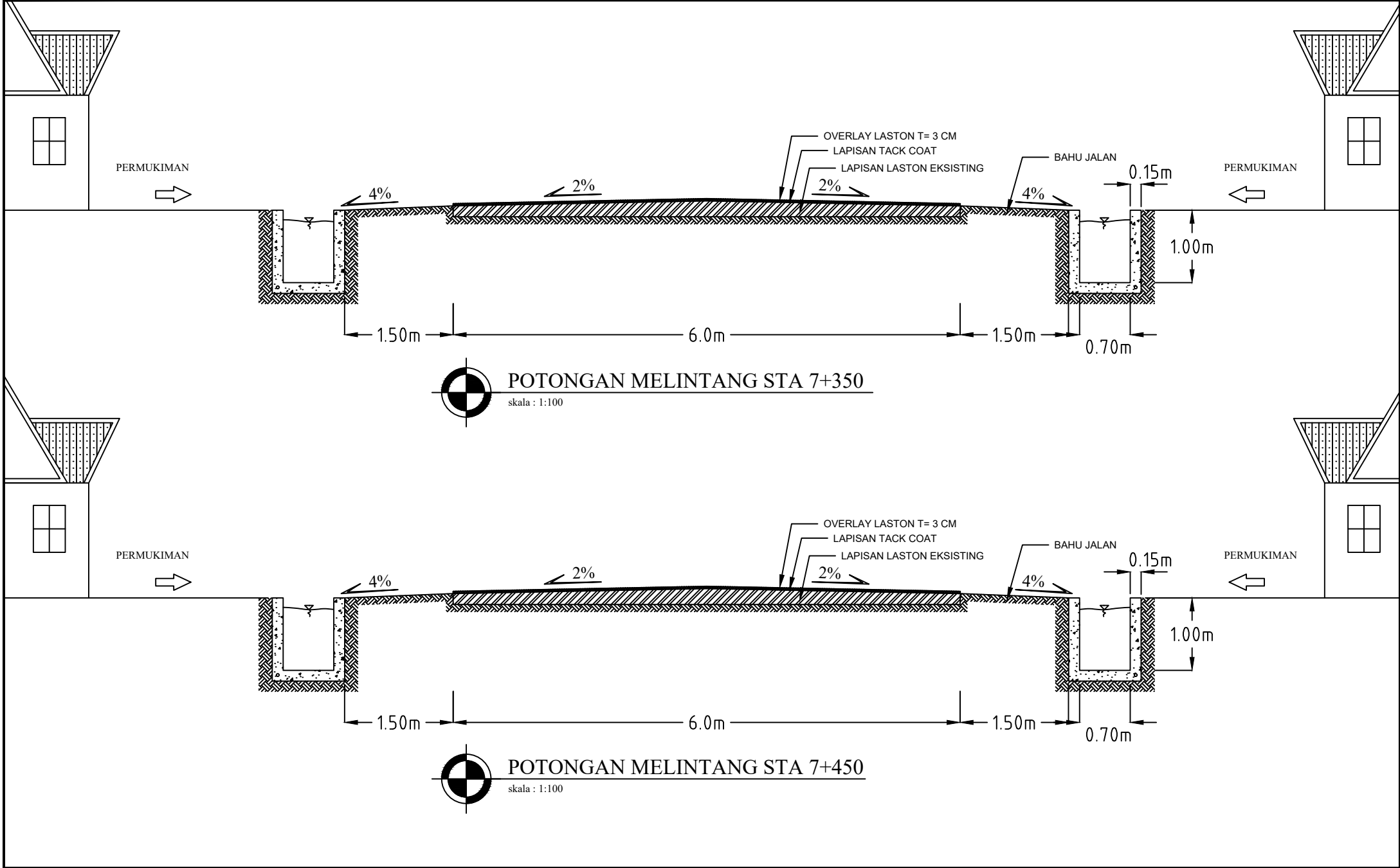
 **POTONGAN MELINTANG STA 7+150**  
skala : 1:100



 **POTONGAN MELINTANG STA 7+250**  
skala : 1:100

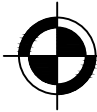
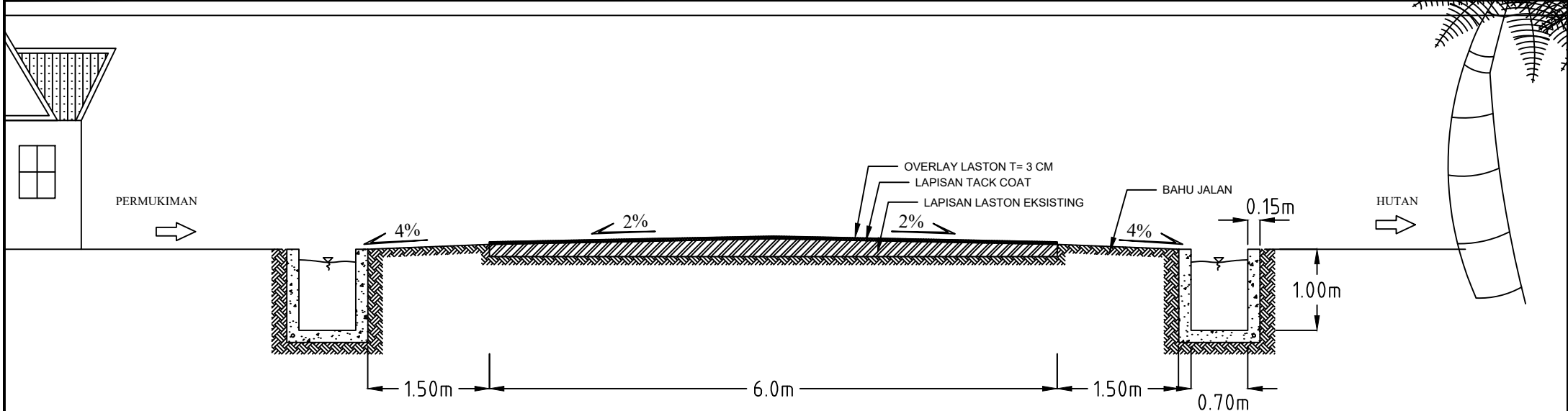


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 21
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 7+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 7+450	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



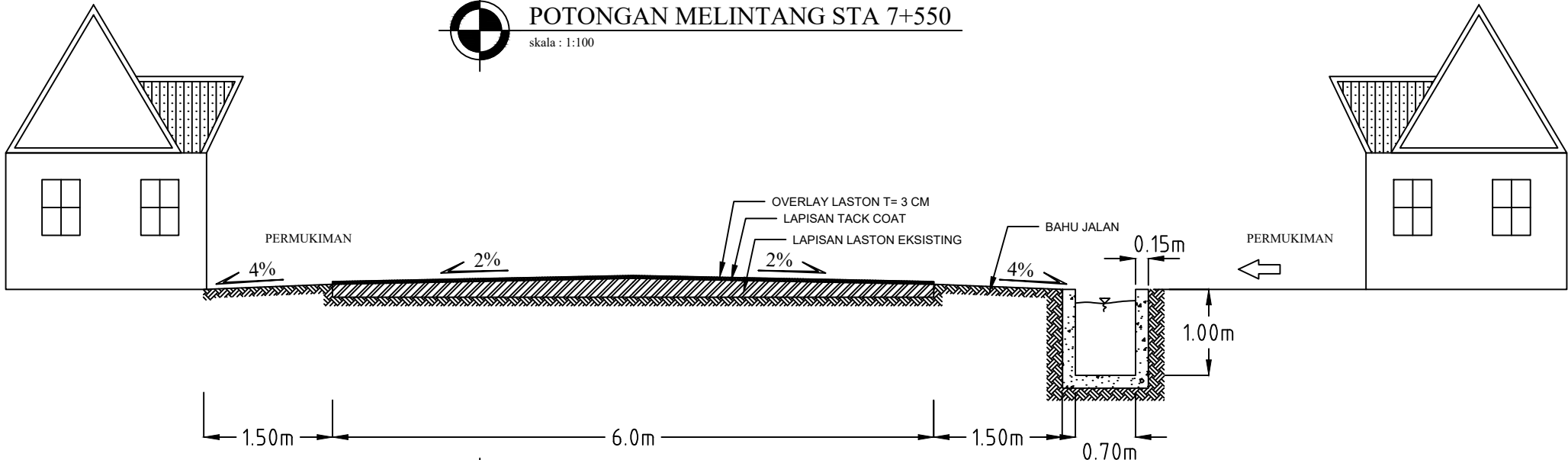


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 22
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 7+550	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 7+650	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



POTONGAN MELINTANG STA 7+550

skala : 1:100



POTONGAN MELINTANG STA 7+650

skala : 1:100



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 23

Jml. Lembar : 26

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

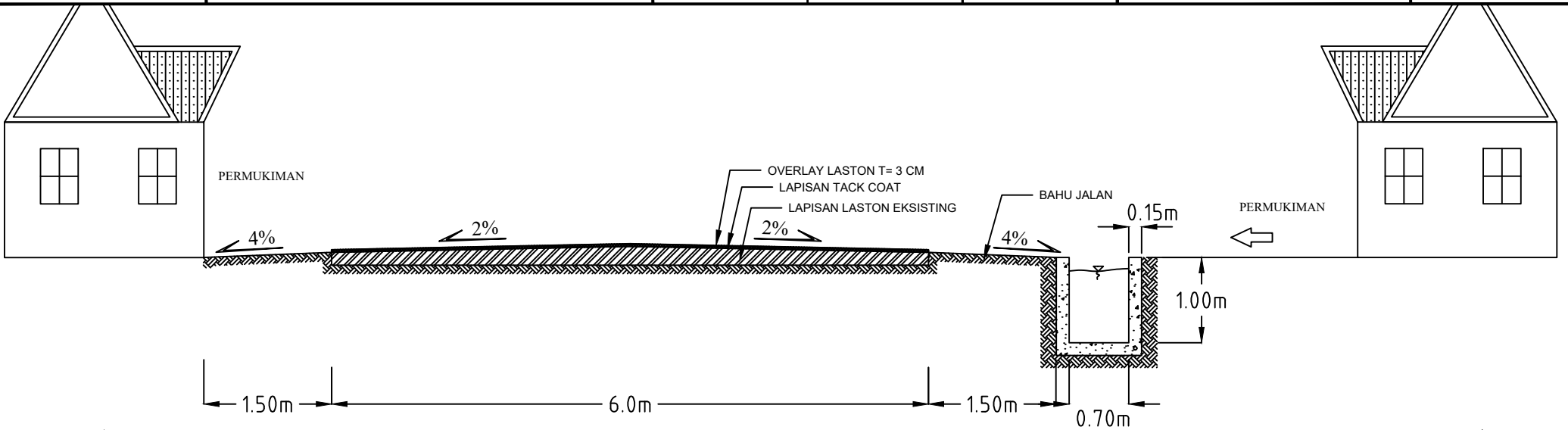
Dhya Ayu Larasati  
10111715000010

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

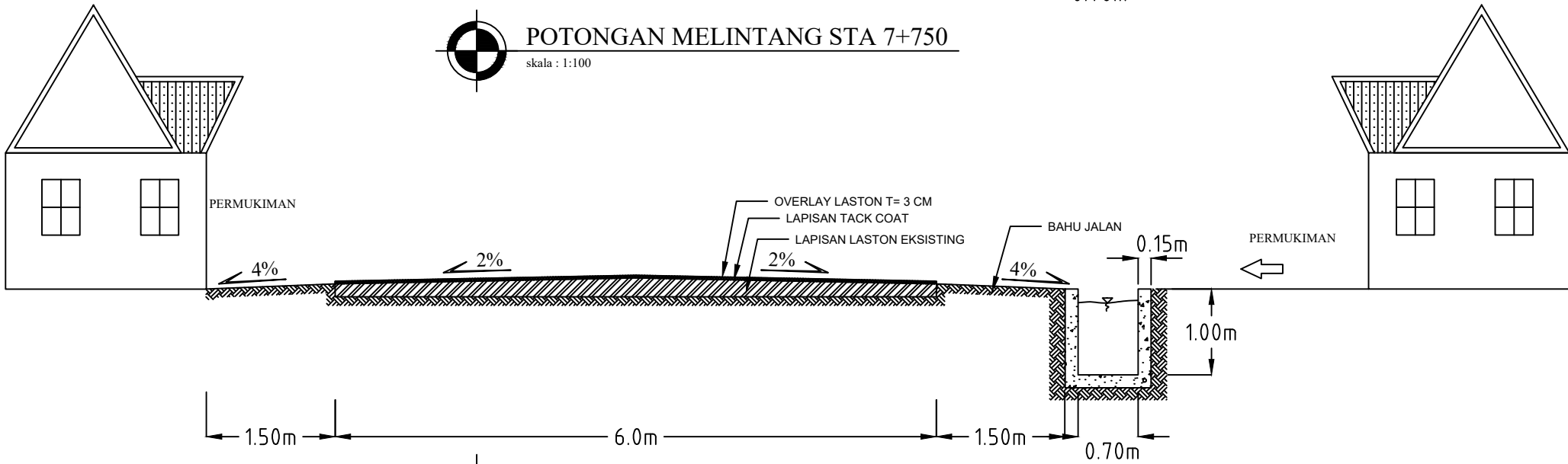
POTONGAN MELINTANG STA 7+750

POTONGAN MELINTANG STA 7+850



POTONGAN MELINTANG STA 7+750

skala : 1:100

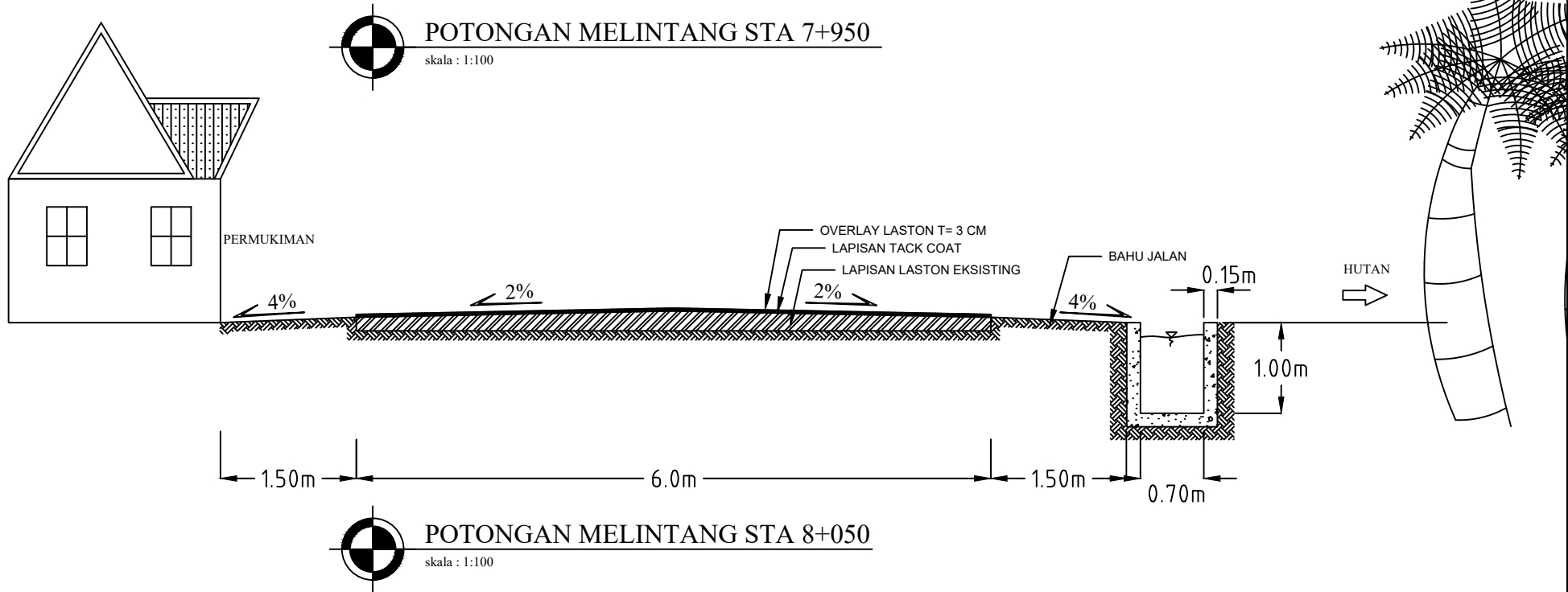
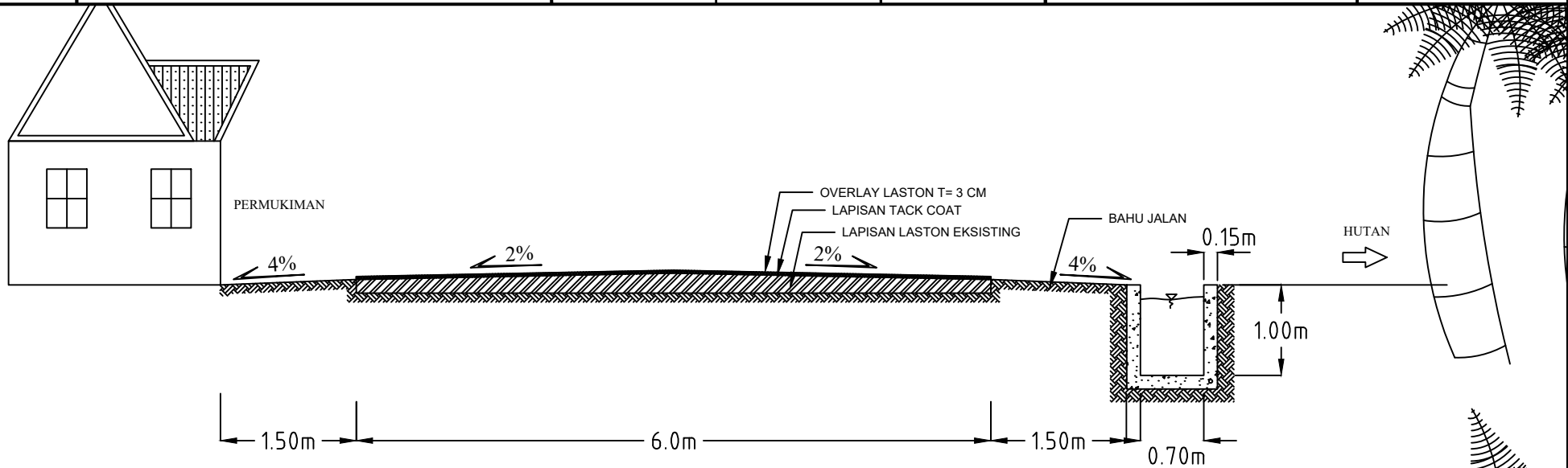


POTONGAN MELINTANG STA 7+850

skala : 1:100

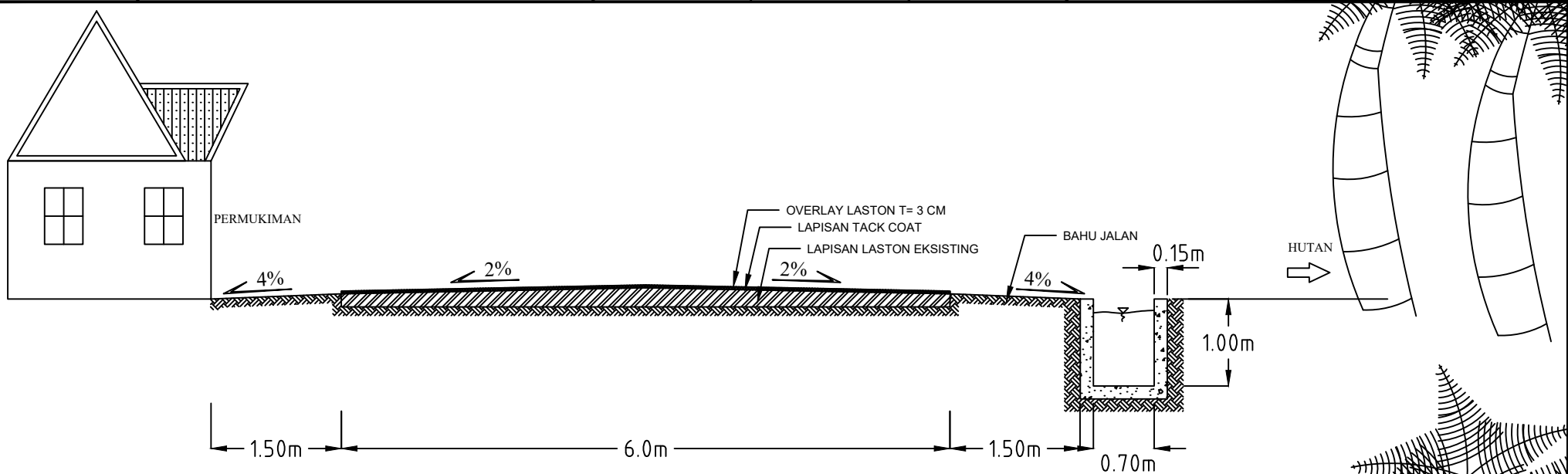


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 24
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 7+950	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 8+050	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



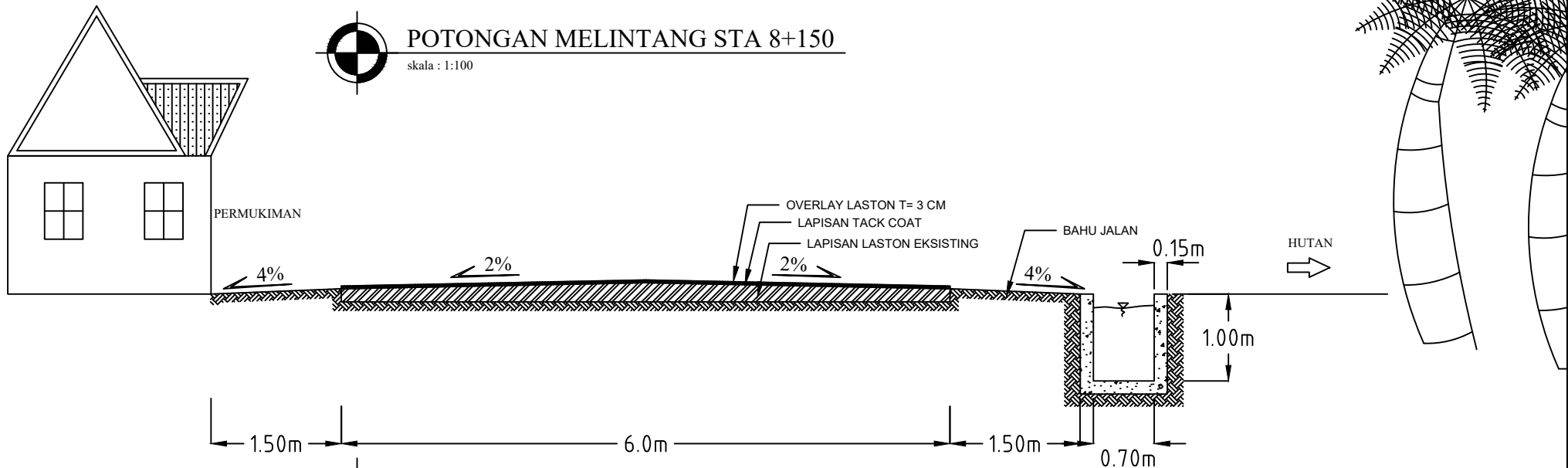


JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 25
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 8+150	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002	POTONGAN MELINTANG STA 8+250	Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



POTONGAN MELINTANG STA 8+150

skala : 1:100

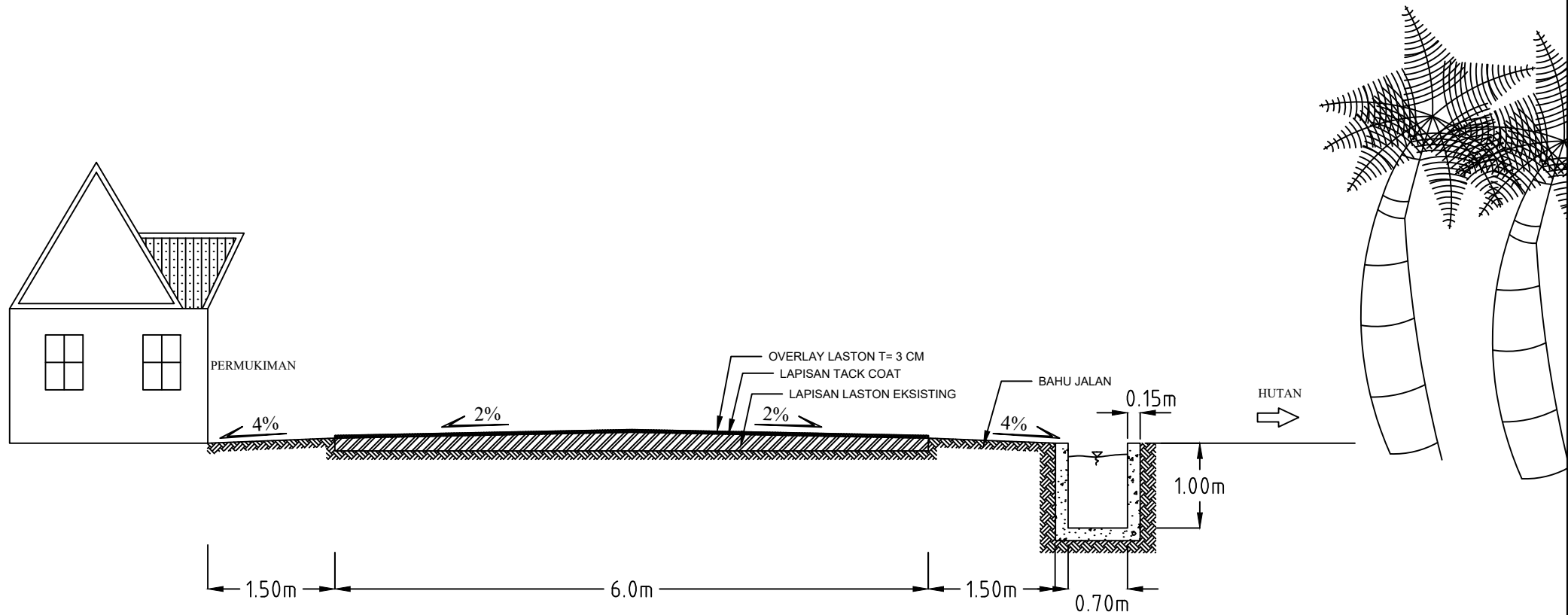


POTONGAN MELINTANG STA 8+250

skala : 1:100



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 26
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				POTONGAN MELINTANG STA 8+350	Jml. Lembar : 26
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



POTONGAN MELINTANG STA 8+350

skala : 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

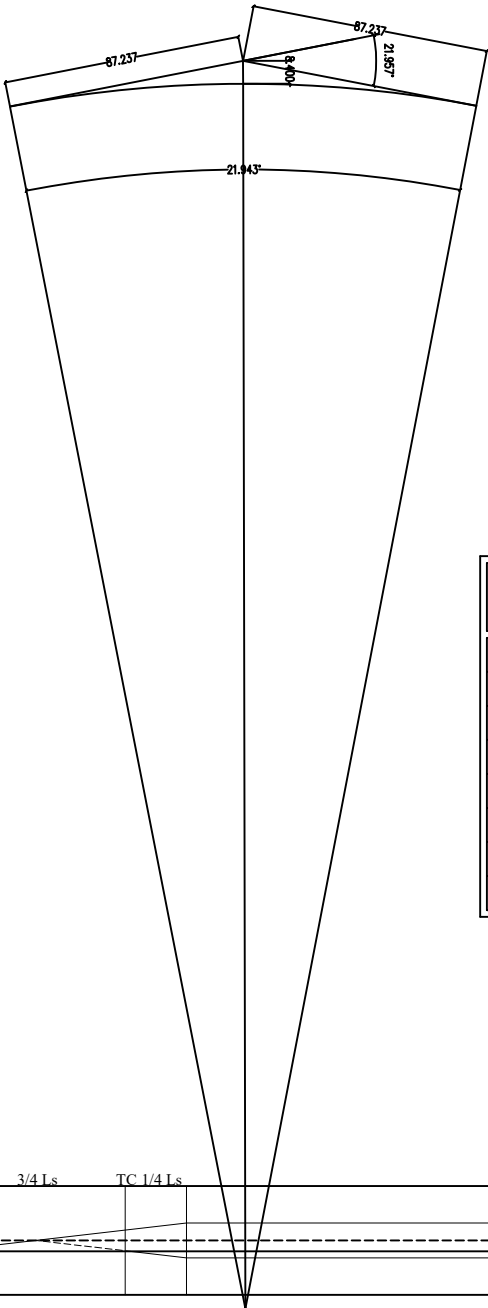
DIGAMBAR
Dhya Ayu Larasati 1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I
Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001

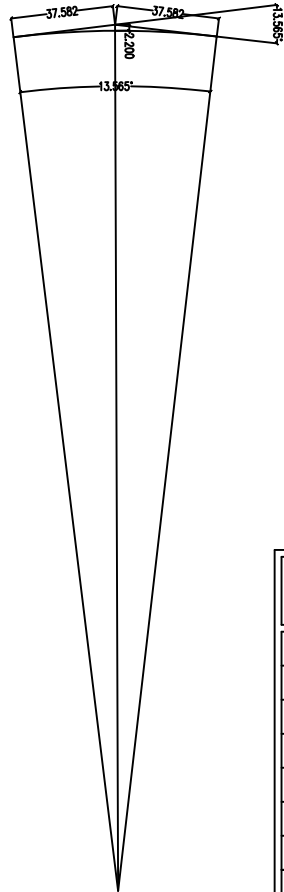
DOSEN PEMBIMBING II
Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002

JUDUL GAMBAR
DETAIL ALIVYEMENT HORIZONTAL F-C

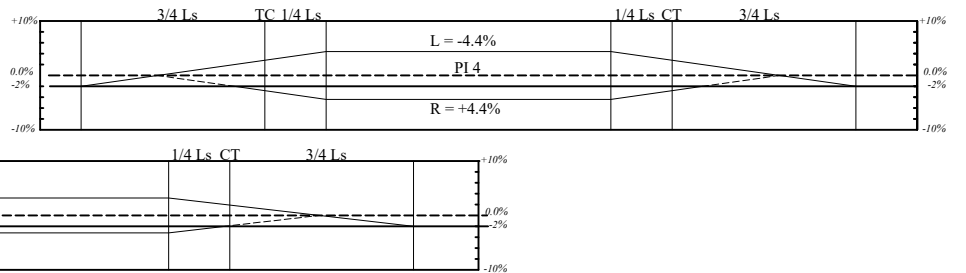
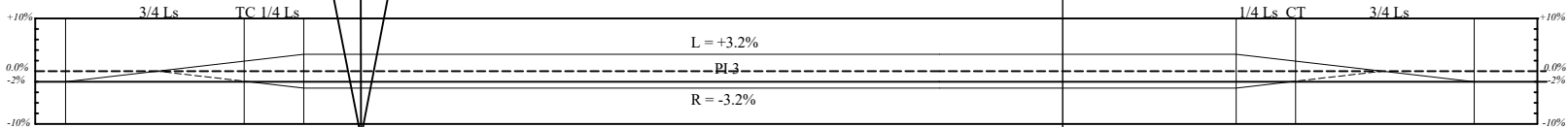
No. Lembar :	1
Jml. Lembar :	11
Skala :	Hor. 1:1000 Ver. 1:100



PI - 3	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	21.943
R (m)	450
e (%)	3.2
$\theta_s$ (°)	10.971
Ec (m)	8.4
Tc (m)	87.237
Lc (m)	172.3

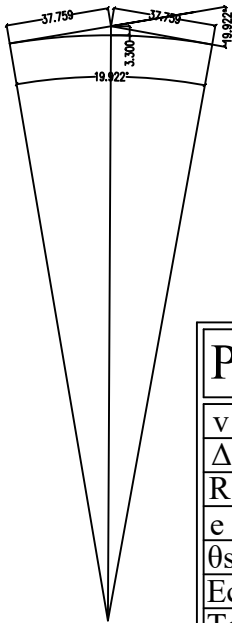


PI - 4	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	13.565
R (m)	316
e (%)	4.4
$\theta_s$ (°)	6.7824
Ec (m)	2.2
Tc (m)	37.582
Lc (m)	74.8

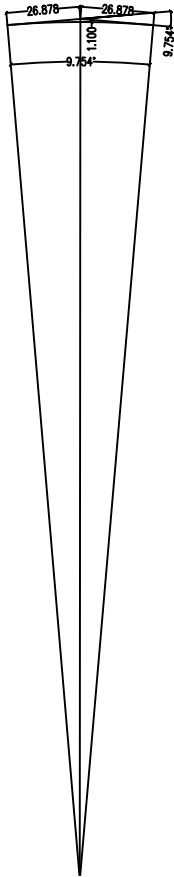




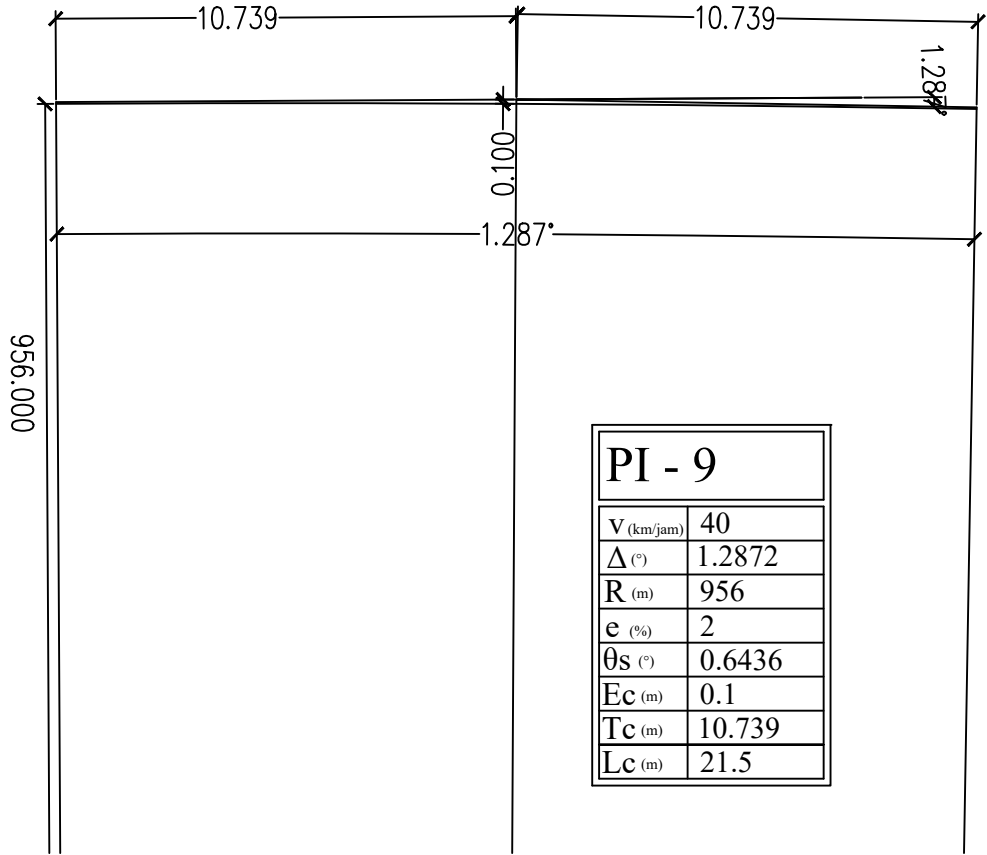
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 2
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL F-C	Jml. Lembar : 11
	Dhya Ayu Larasati 1011171500010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



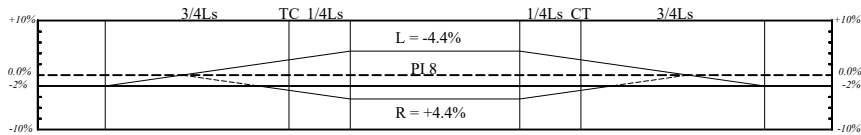
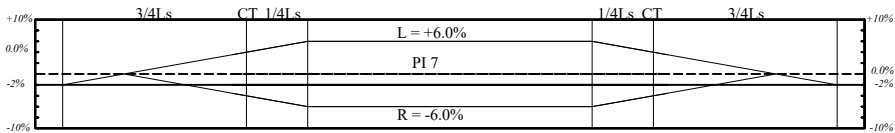
PI - 7	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	19.922
R (m)	215
e (%)	0.6
$\theta_s$ (°)	9.961
E <sub>c</sub> (m)	3.3
T <sub>c</sub> (m)	37.759
L <sub>c</sub> (m)	74.8



PI - 8	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	9.7542
R (m)	315
e (%)	4.4
$\theta_s$ (°)	4.8771
E <sub>c</sub> (m)	1.1
T <sub>c</sub> (m)	26.878
L <sub>c</sub> (m)	53.6



PI - 9	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	1.2872
R (m)	956
e (%)	2
$\theta_s$ (°)	0.6436
E <sub>c</sub> (m)	0.1
T <sub>c</sub> (m)	10.739
L <sub>c</sub> (m)	21.5





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

DIGAMBAR

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

JUDUL GAMBAR

No. Lembar : 3

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

Dhya Ayu Larasati  
10111715000010

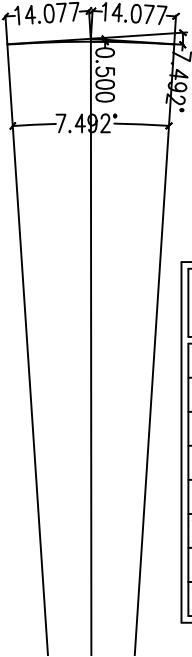
Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

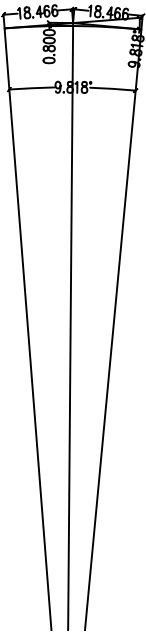
DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL F-C

Jml. Lembar : 11

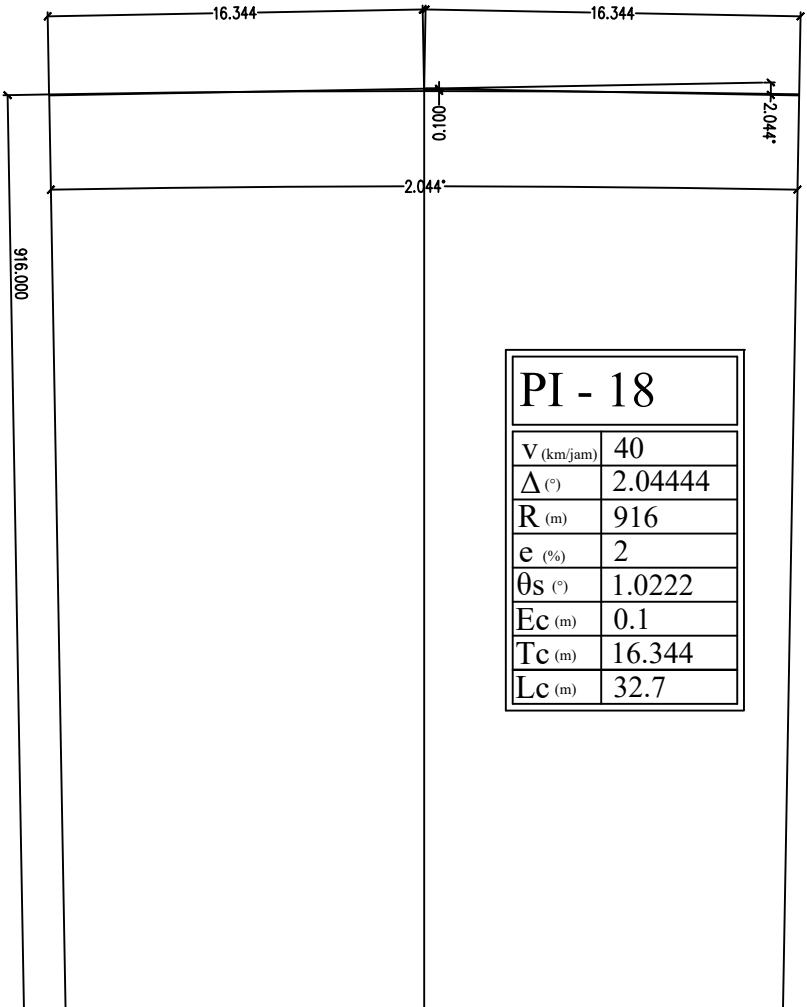
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



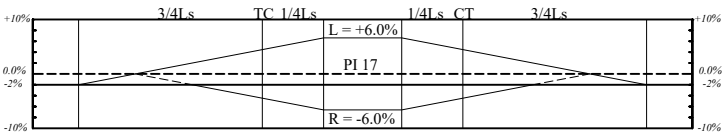
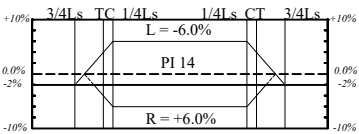
PI - 14	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	7.4922
R (m)	215
e (%)	0.6
$\theta_s$ (°)	3.7461
E <sub>c</sub> (m)	0.5
T <sub>c</sub> (m)	14.077
L <sub>c</sub> (m)	28.1

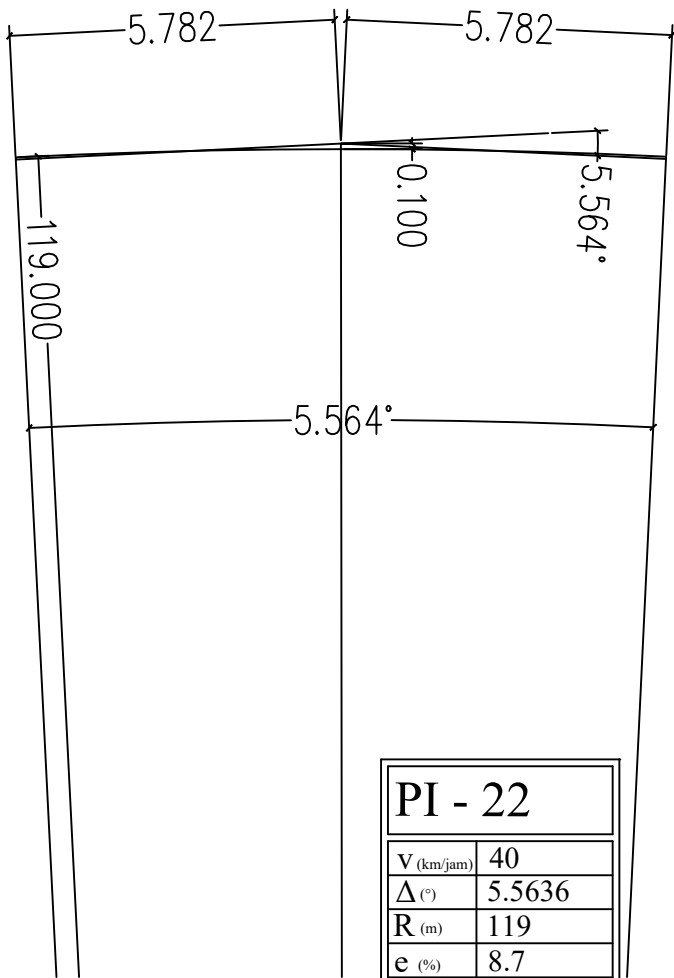


PI - 17	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	9.8181
R (m)	215
e (%)	0.6
$\theta_s$ (°)	4.909
E <sub>c</sub> (m)	0.8
T <sub>c</sub> (m)	18.466
L <sub>c</sub> (m)	36.8



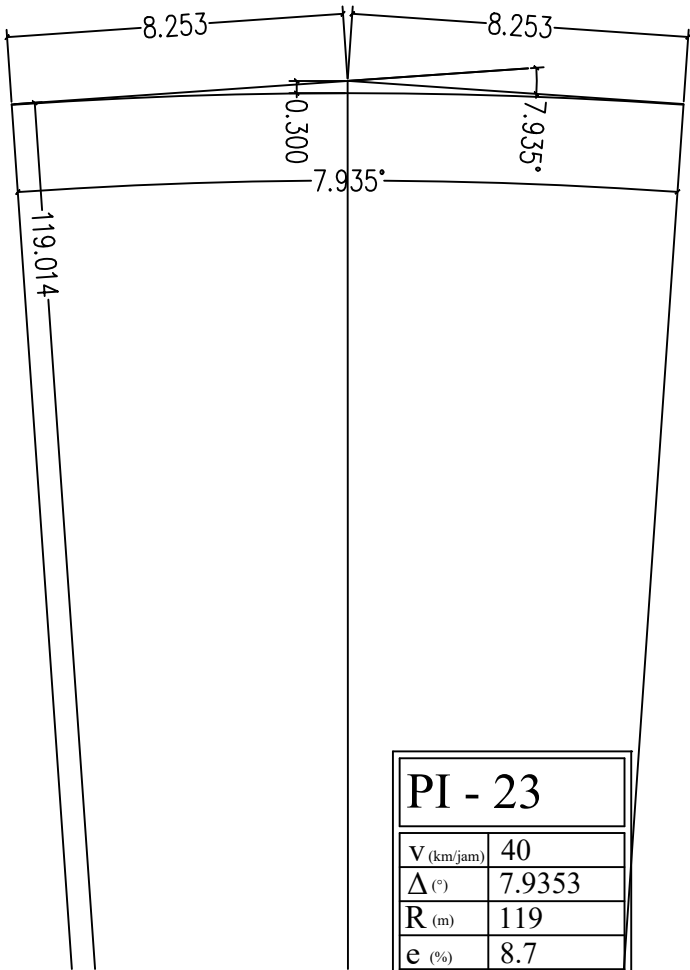
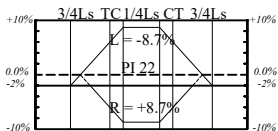
PI - 18	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	2.04444
R (m)	916
e (%)	2
$\theta_s$ (°)	1.0222
E <sub>c</sub> (m)	0.1
T <sub>c</sub> (m)	16.344
L <sub>c</sub> (m)	32.7





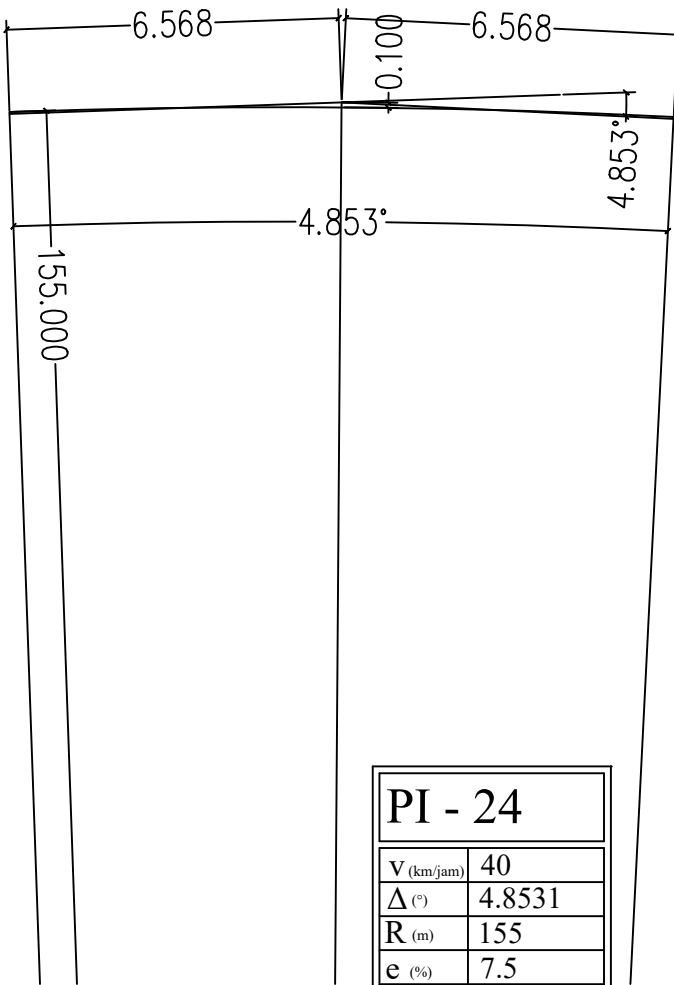
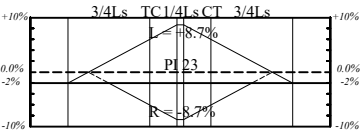
PI - 22

V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	5.5636
R (m)	119
e (%)	8.7
$\theta_s$ (°)	2.7818
E <sub>c</sub> (m)	0.1
T <sub>c</sub> (m)	5.7822
L <sub>c</sub> (m)	11.6



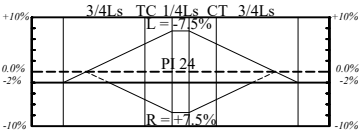
PI - 23

V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	7.9353
R (m)	119
e (%)	8.7
$\theta_s$ (°)	3.9676
E <sub>c</sub> (m)	0.3
T <sub>c</sub> (m)	8.2538
L <sub>c</sub> (m)	16.5



PI - 24

V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	4.8531
R (m)	155
e (%)	7.5
$\theta_s$ (°)	2.4265
E <sub>c</sub> (m)	0.1
T <sub>c</sub> (m)	6.5683
L <sub>c</sub> (m)	13.1





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
10111715000010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

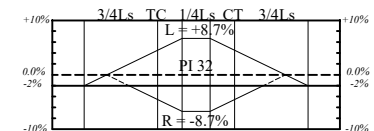
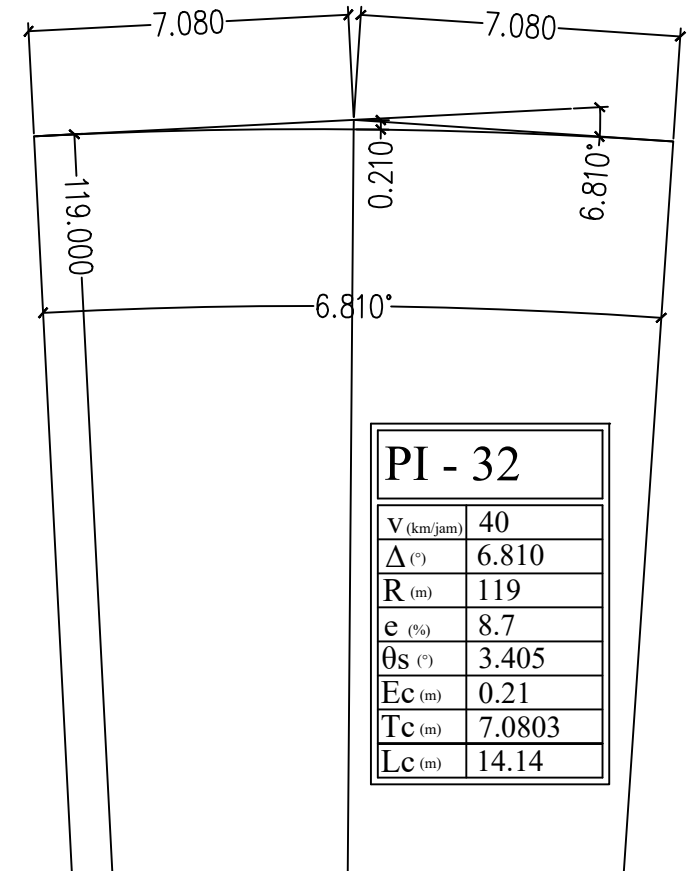
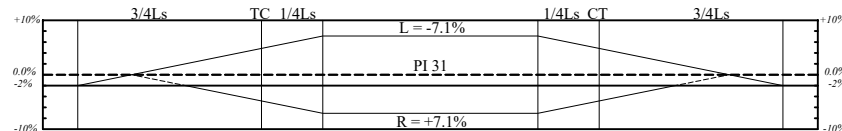
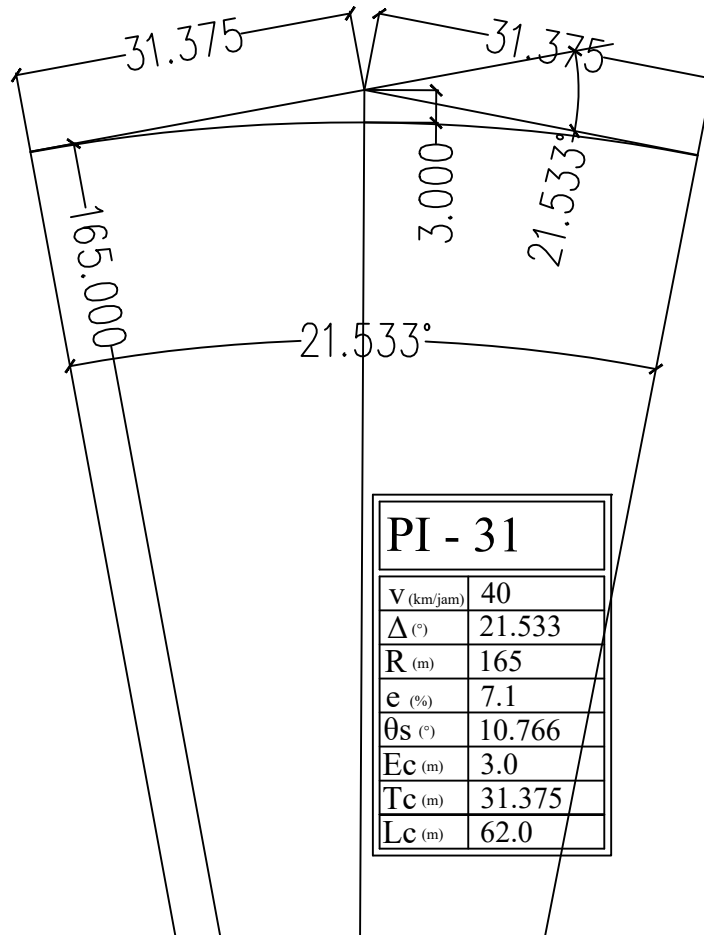
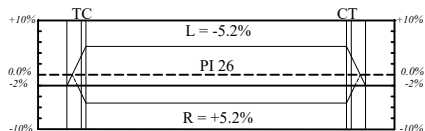
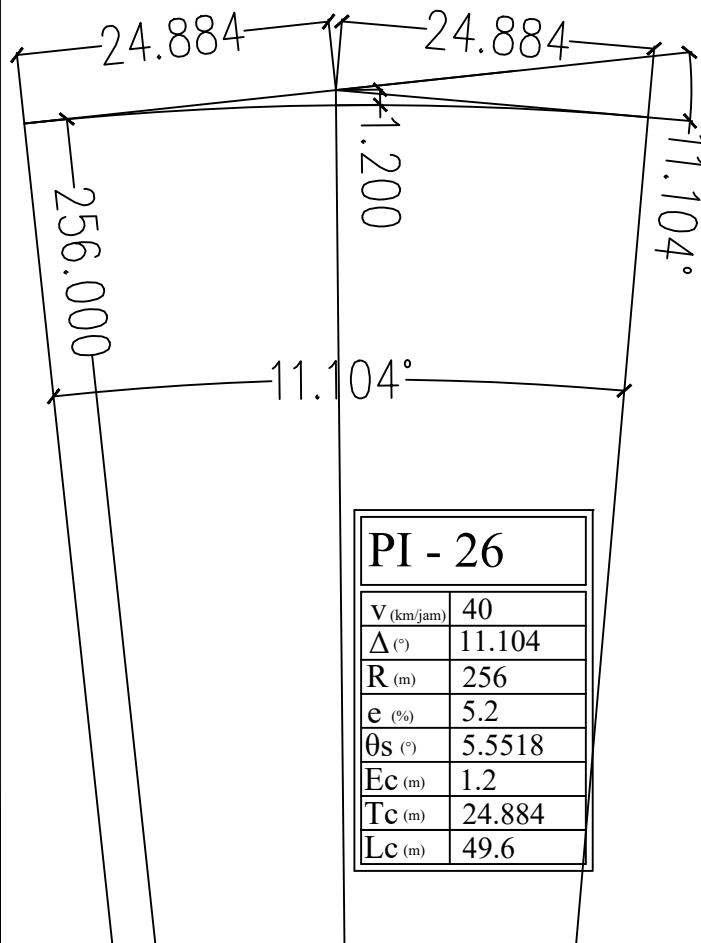
JUDUL GAMBAR

DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL F-C

No. Lembar : 5

Jml. Lembar : 11

Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

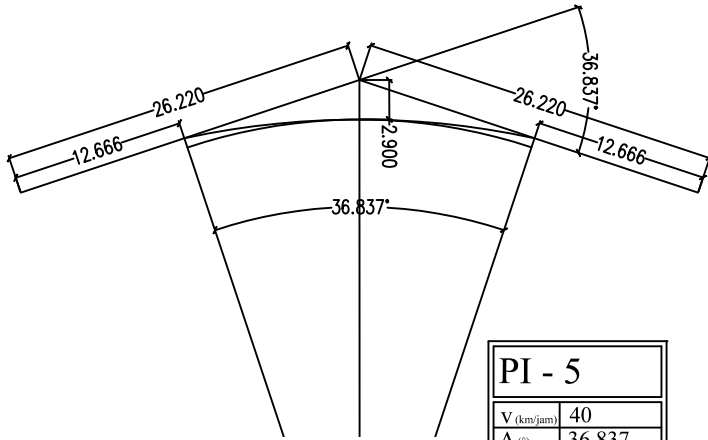
JUDUL GAMBAR

DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL S-S

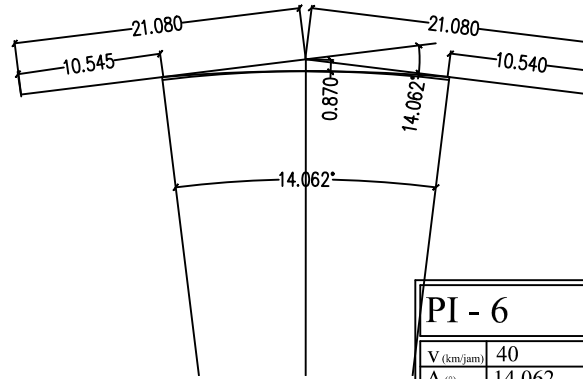
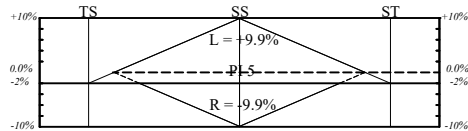
No. Lembar : 6

Jml. Lembar : 11

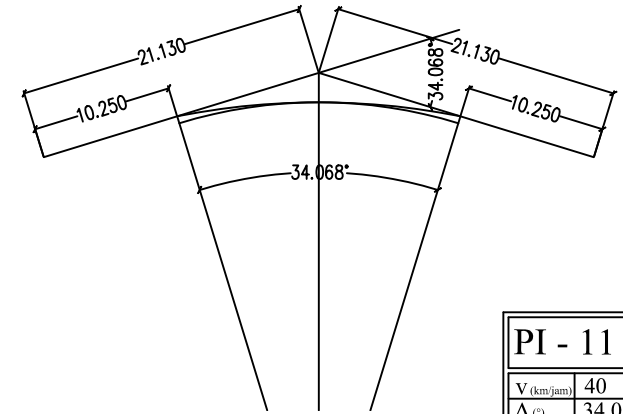
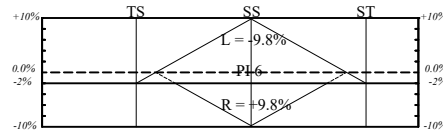
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



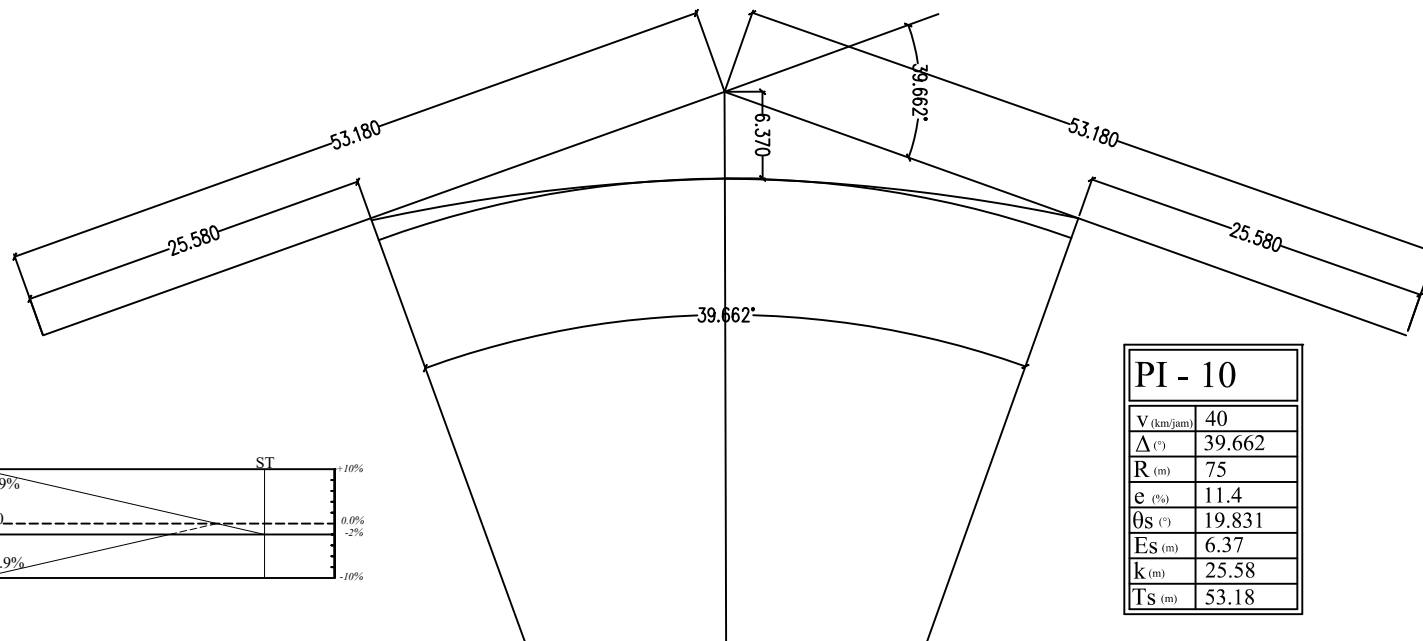
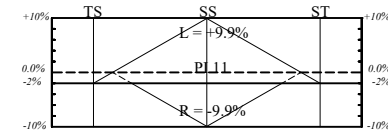
PI - 5	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	36.837
R (m)	40
e (%)	19.4
$\theta_s$ (°)	18.418
Es (m)	2.9
k (m)	12.67
Ts (m)	26.22



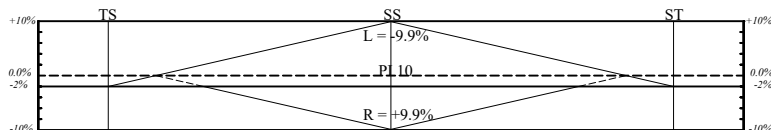
PI - 6	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	14.062
R (m)	86
e (%)	10.1
$\theta_s$ (°)	7.0311
Es (m)	0.87
k (m)	10.45
Ts (m)	21.08

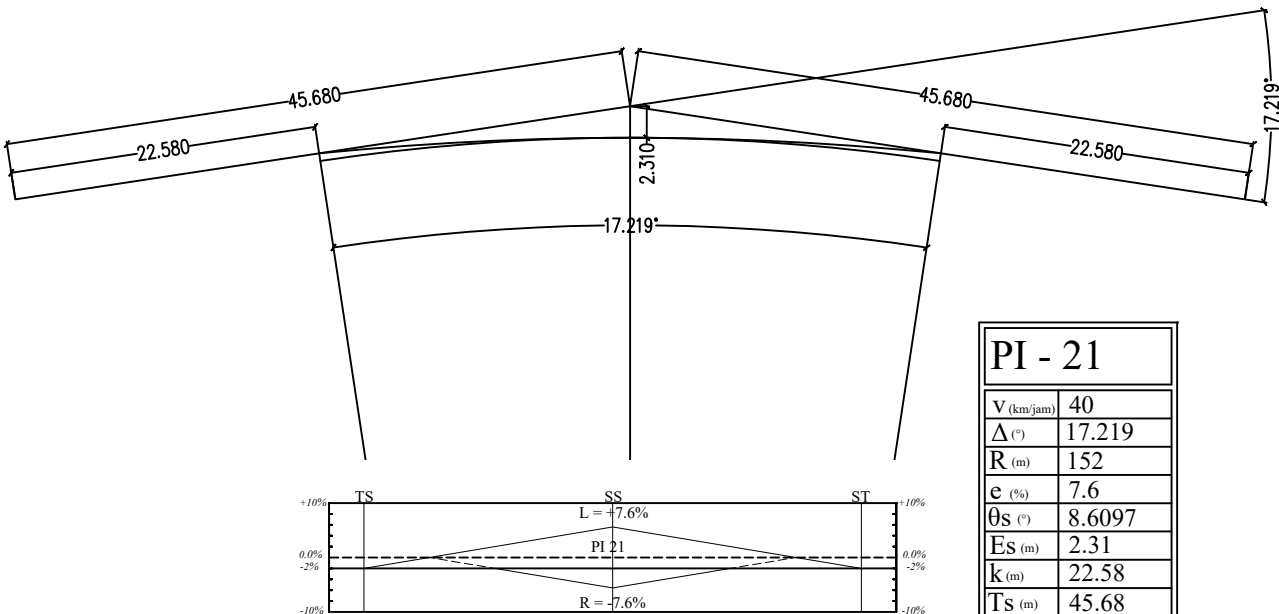
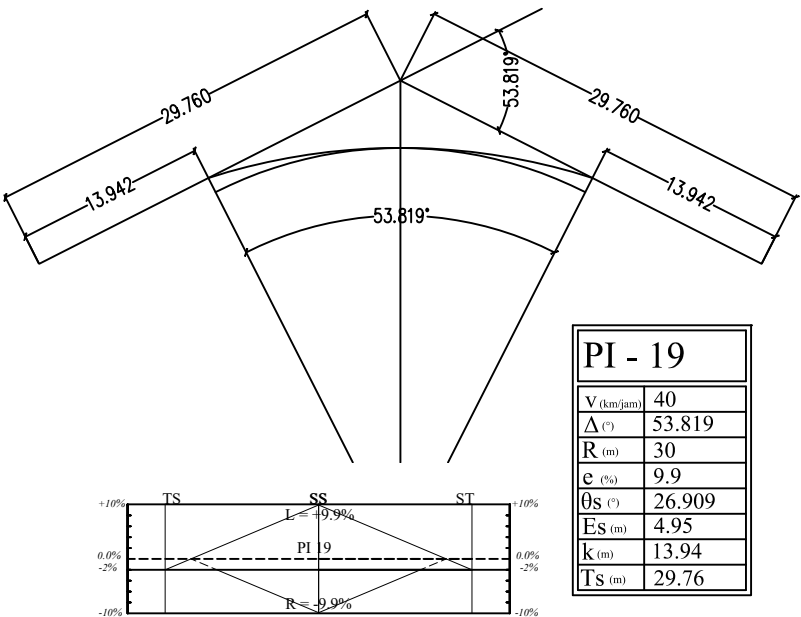
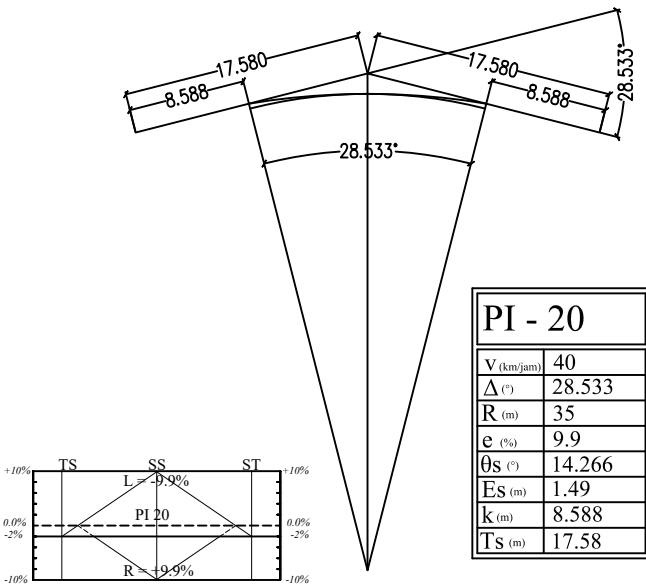
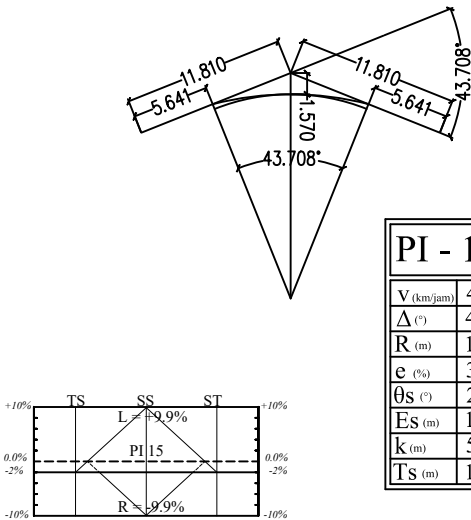
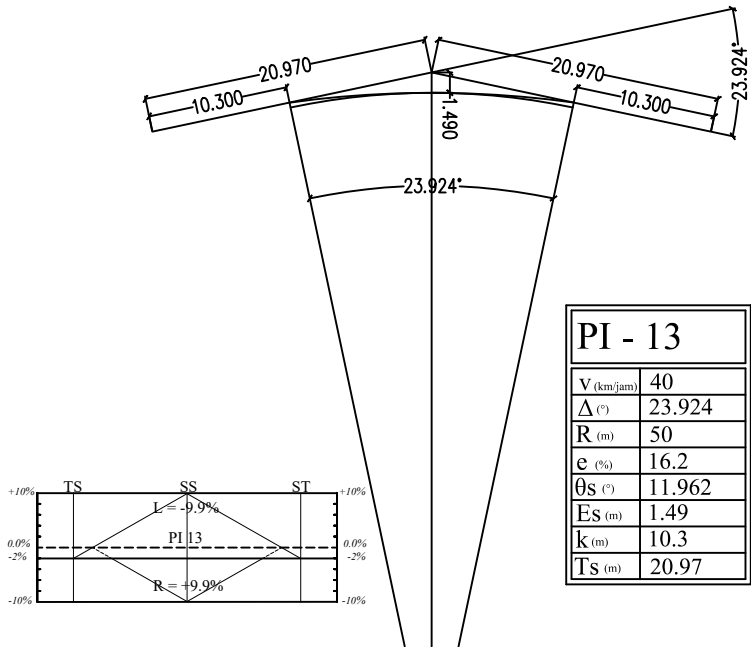


PI - 11	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	34.068
R (m)	35
e (%)	21.5
$\theta_s$ (°)	17.034
Es (m)	2.16
k (m)	10.25
Ts (m)	21.13



PI - 10	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	39.662
R (m)	75
e (%)	11.4
$\theta_s$ (°)	19.831
Es (m)	6.37
k (m)	25.58
Ts (m)	53.18







JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA  
RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA  
8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR

DIGAMBAR

Dhya Ayu Larasati  
1011171500010

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Djoko Sulistiono, MT.  
19541002 198512 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT.  
19770218 200501 2 002

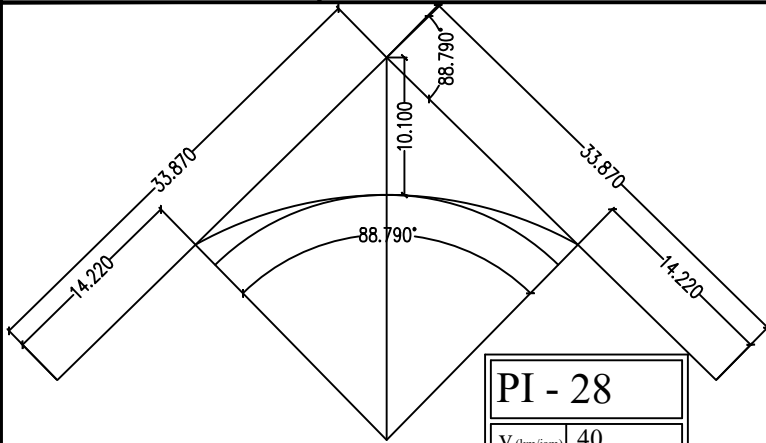
JUDUL GAMBAR

DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL S-S

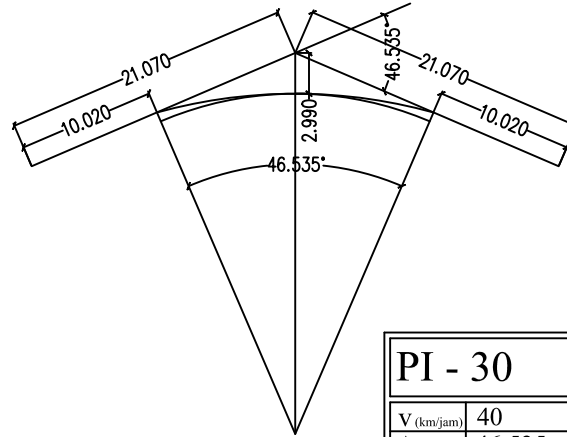
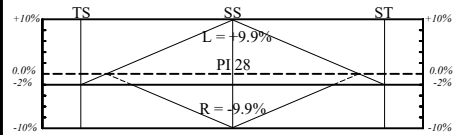
No. Lembar : 8

Jml. Lembar : 11

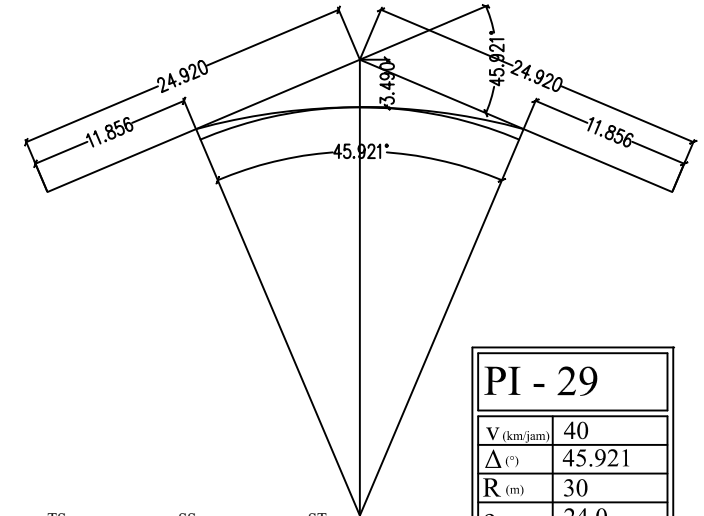
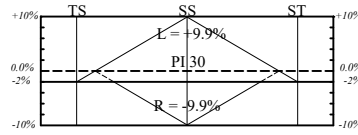
Skala : Hor. 1:1000  
Ver. 1:100



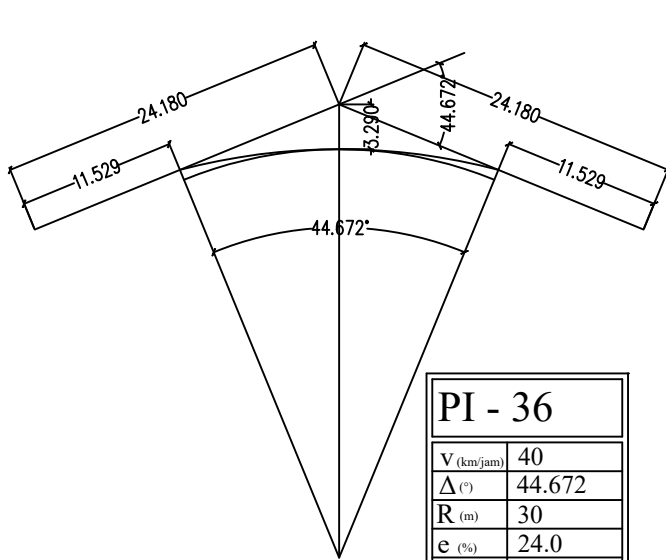
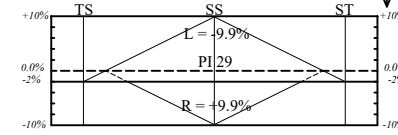
PI - 28	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	88.79
R (m)	18
e (%)	31.7
$\theta_s$ (°)	44.395
Es (m)	10.1
k (m)	14.22
Ts (m)	33.87



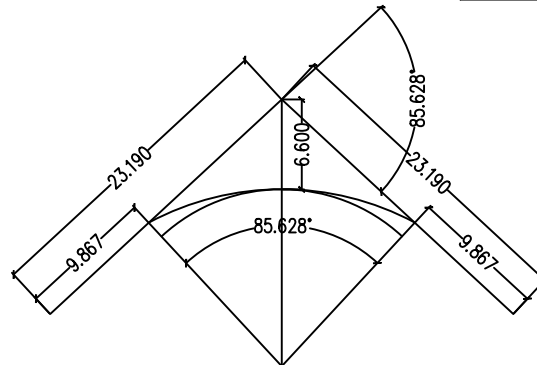
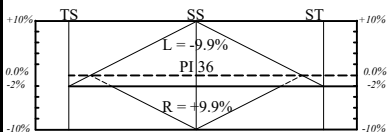
PI - 30	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	46.535
R (m)	25
e (%)	27.0
$\theta_s$ (°)	23.268
Es (m)	2.99
k (m)	10.02
Ts (m)	21.07



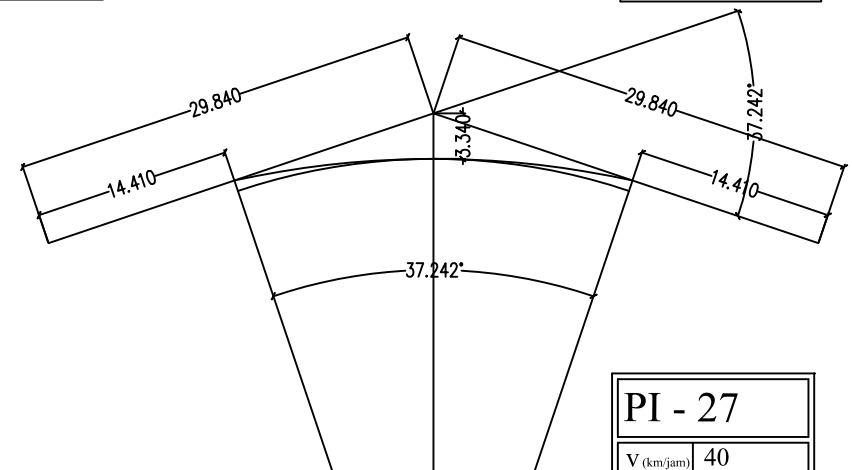
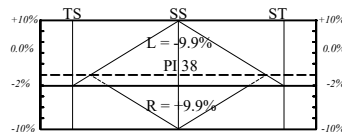
PI - 29	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	45.921
R (m)	30
e (%)	24.0
$\theta_s$ (°)	22.96
Es (m)	3.49
k (m)	11.86
Ts (m)	24.92



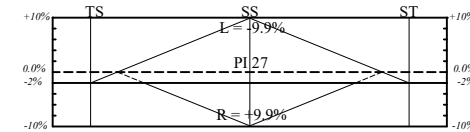
PI - 36	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	44.672
R (m)	30
e (%)	24.0
$\theta_s$ (°)	22.336
Es (m)	3.29
k (m)	11.53
Ts (m)	24.18



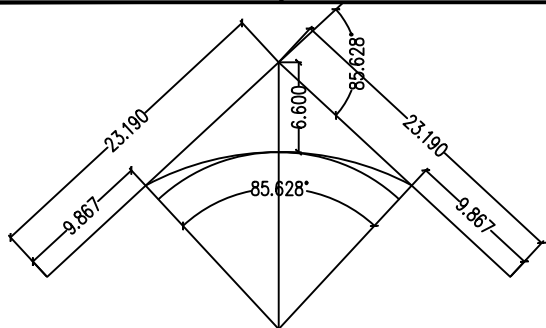
PI - 38	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	85.628
R (m)	13
e (%)	32.7
$\theta_s$ (°)	42.814
Es (m)	6.6
k (m)	9.867
Ts (m)	23.19



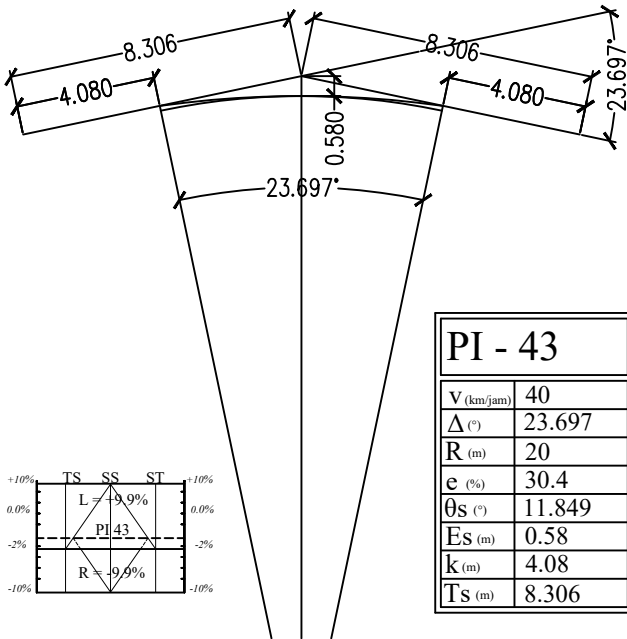
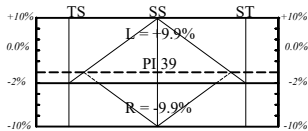
PI - 27	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	37.242
R (m)	45
e (%)	9.9
$\theta_s$ (°)	18.621
Es (m)	3.34
k (m)	14.41
Ts (m)	29.84



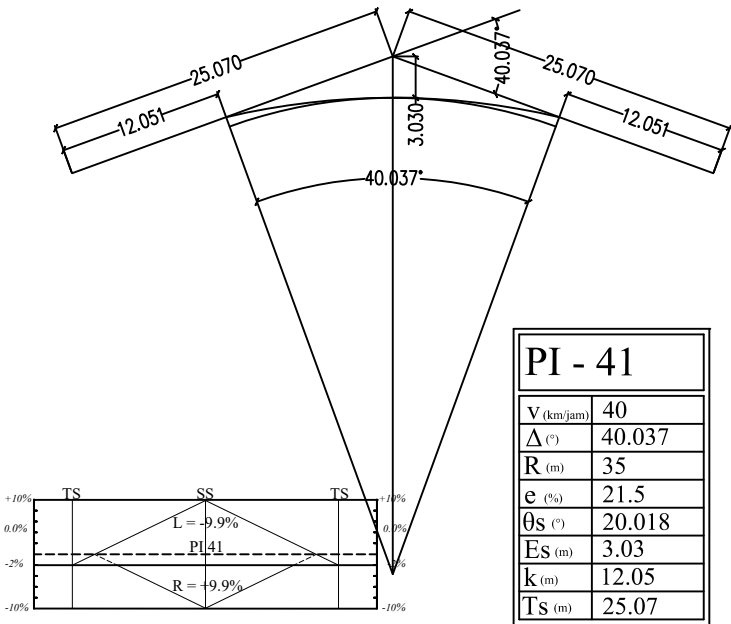
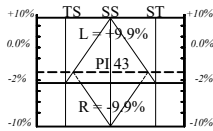




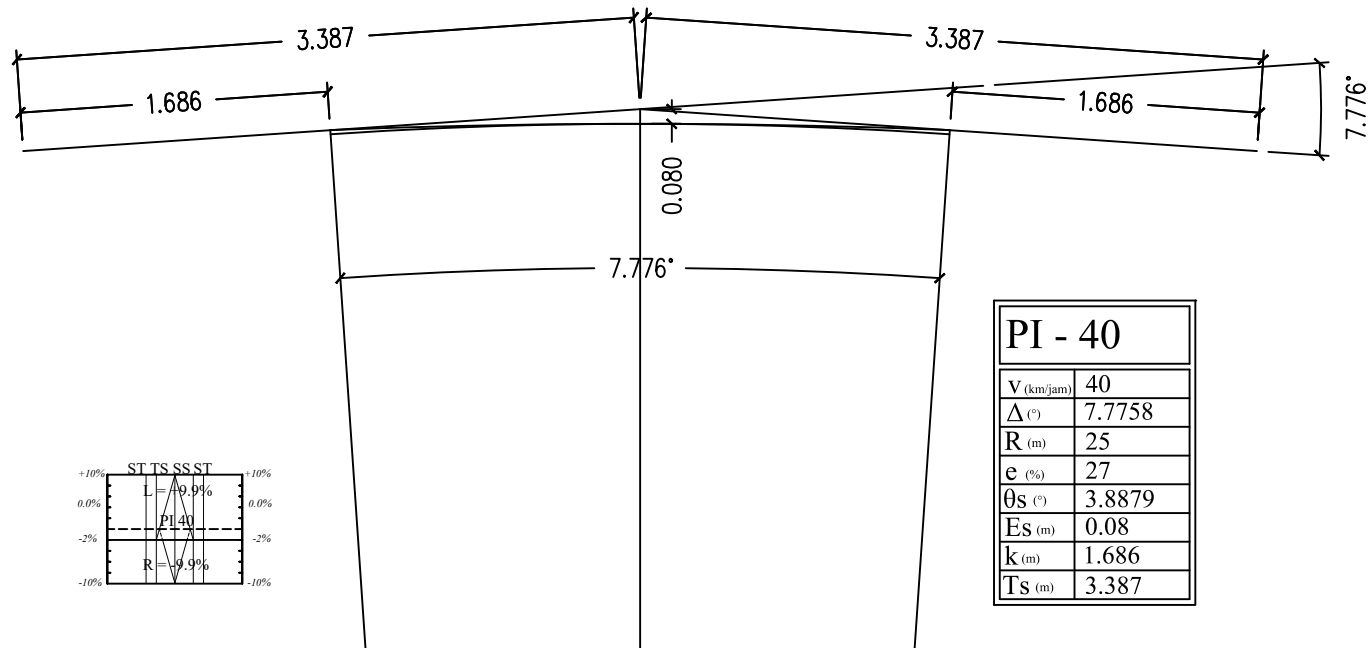
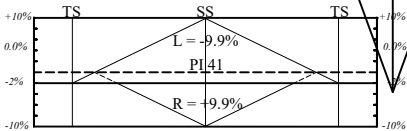
PI - 39	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	85.628
R (m)	13
e (%)	32.7
$\theta_s$ (°)	42.814
Es (m)	6.6
k (m)	9.867
Ts (m)	23.19



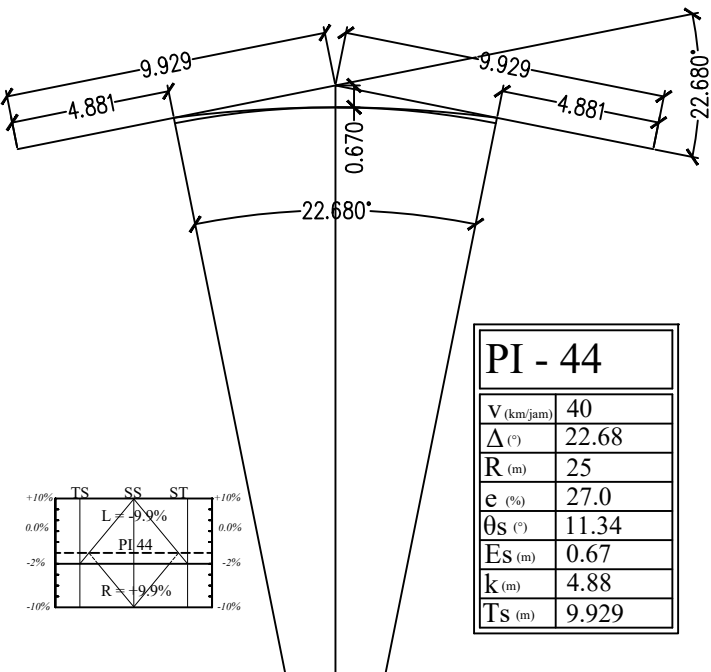
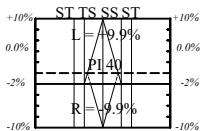
PI - 43	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	23.697
R (m)	20
e (%)	30.4
$\theta_s$ (°)	11.849
Es (m)	0.58
k (m)	4.08
Ts (m)	8.306



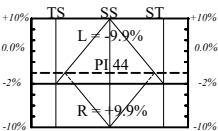
PI - 41	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	40.037
R (m)	35
e (%)	21.5
$\theta_s$ (°)	20.018
Es (m)	3.03
k (m)	12.05
Ts (m)	25.07

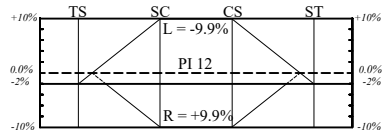
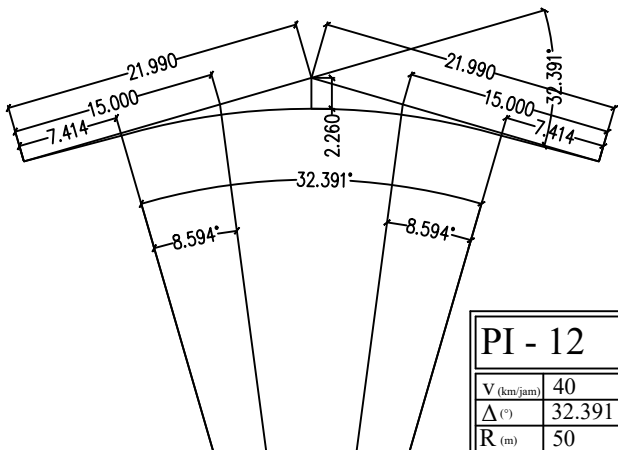


PI - 40	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	7.7758
R (m)	25
e (%)	27
$\theta_s$ (°)	3.8879
Es (m)	0.08
k (m)	1.686
Ts (m)	3.387

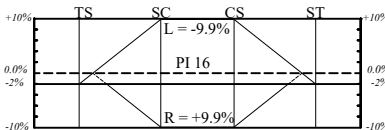
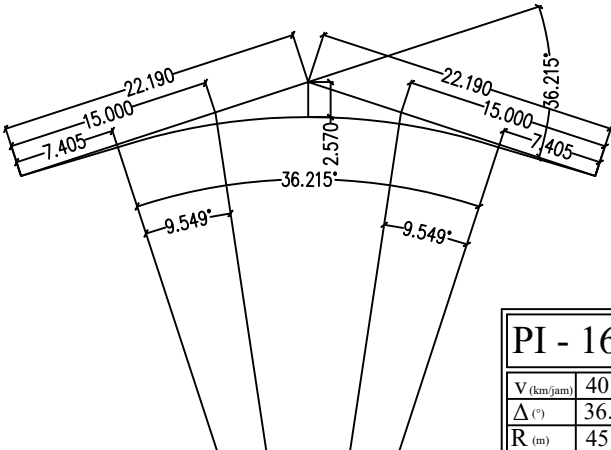


PI - 44	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	22.68
R (m)	25
e (%)	27.0
$\theta_s$ (°)	11.34
Es (m)	0.67
k (m)	4.88
Ts (m)	9.929

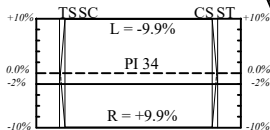
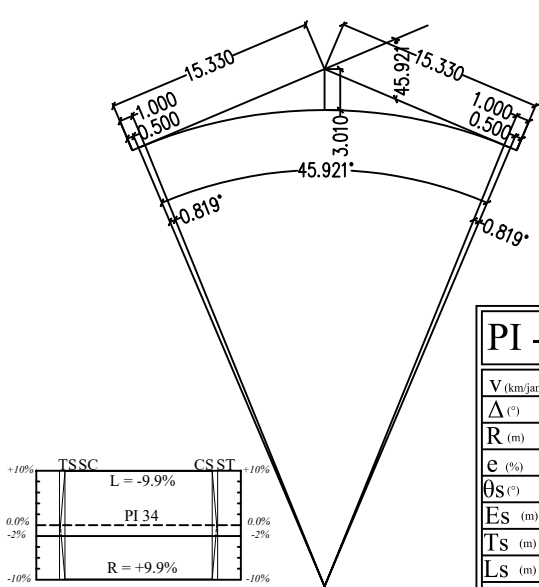




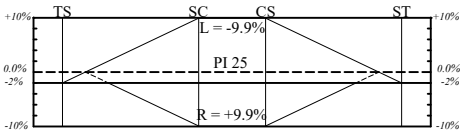
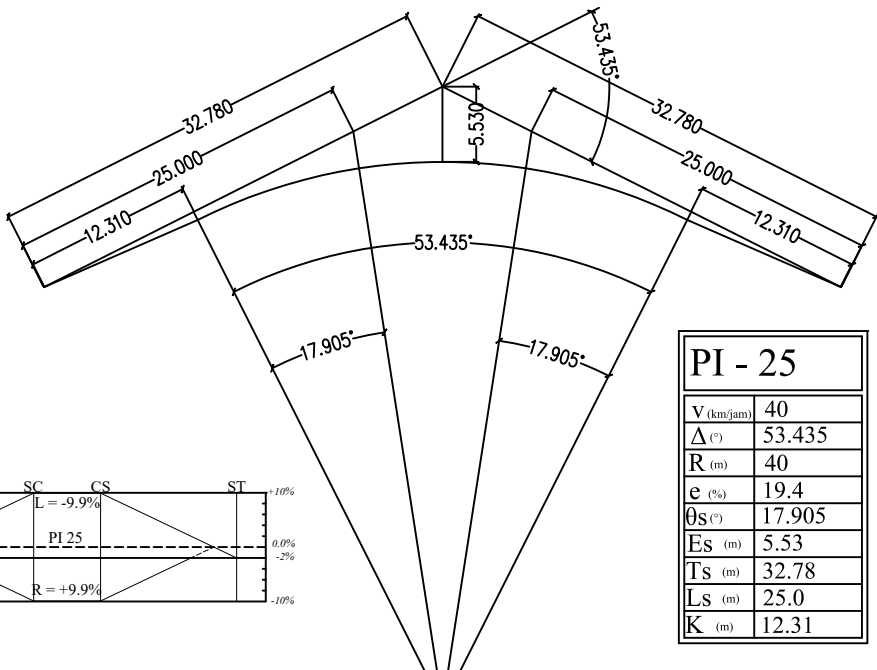
PI - 12	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	32.391
R (m)	50
e (%)	0.6
$\theta_s$ (°)	8.5944
Es (m)	2.26
Ts (m)	21.99
Ls (m)	15.0
K (m)	7.416



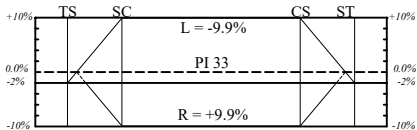
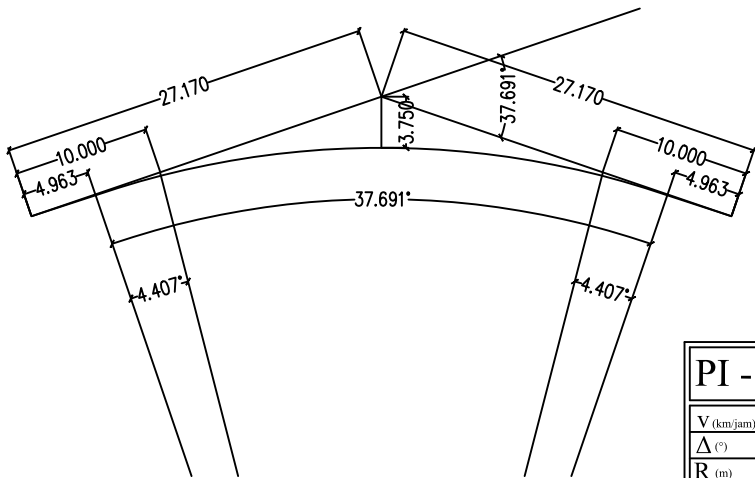
PI - 16	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	36.215
R (m)	45
e (%)	17.7
$\theta_s$ (°)	9.5493
Es (m)	2.57
Ts (m)	22.19
Ls (m)	15.0
K (m)	7.41



PI - 34	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	45.921
R (m)	35
e (%)	21.5
$\theta_s$ (°)	0.8185
Es (m)	3.01
Ts (m)	15.33
Ls (m)	1
K (m)	0.499



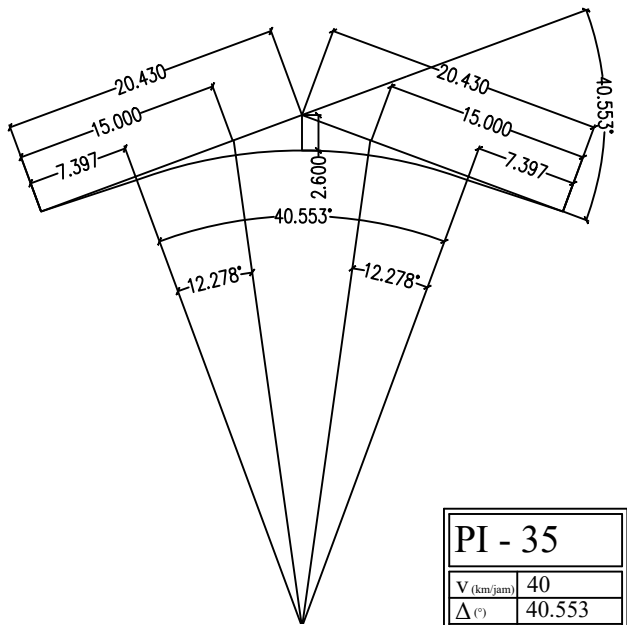
PI - 25	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	53.435
R (m)	40
e (%)	19.4
$\theta_s$ (°)	17.905
Es (m)	5.53
Ts (m)	32.78
Ls (m)	25.0
K (m)	12.31



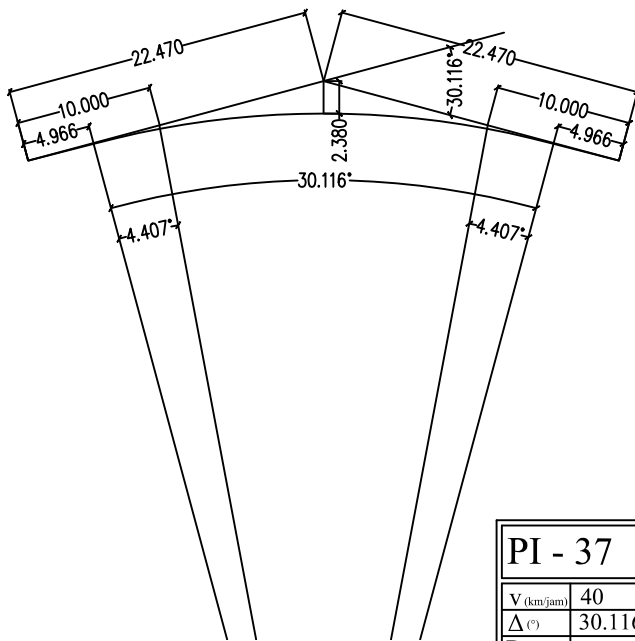
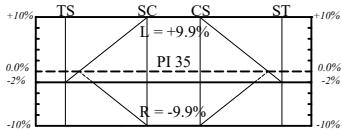
PI - 33	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	37.691
R (m)	65
e (%)	13.0
$\theta_s$ (°)	4.4074
Es (m)	3.75
Ts (m)	27.17
Ls (m)	10.0
K (m)	4.966



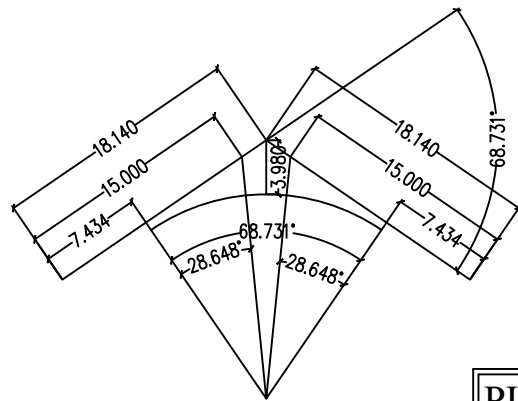
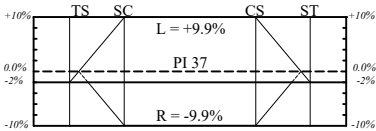
JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN	DIGAMBAR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II	JUDUL GAMBAR	No. Lembar : 11
PERENCANAAN PENINGKATAN FLEXIBLE PAVEMENT PADA RUAS JALAN TRENGGALEK – PACITAN STA 3+350 – STA 8+350 KABUPATEN TRENGGALEK PROVINSI JAWA TIMUR				DETAIL ALINYEMENT HORIZONTAL S-C-S	Jml. Lembar : 11
	Dhya Ayu Larasati 10111715000010	Ir. Djoko Sulistiono, MT. 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT. 19770218 200501 2 002		Skala : Hor. 1:1000 Ver. 1:100



PI - 35	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	40.553
R (m)	35
e (%)	21.5
$\theta_s$ (°)	12.278
Es (m)	2.6
Ts (m)	20.43
Ls (m)	15.0
K (m)	7.397



PI - 37	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	30.116
R (m)	65
e (%)	7.1
$\theta_s$ (°)	4.4074
Es (m)	2.38
Ts (m)	22.47
Ls (m)	10.0
K (m)	4.966



PI - 42	
V (km/jam)	40
$\Delta$ (°)	68.731
R (m)	15
e (%)	33.0
$\theta_s$ (°)	28.648
Es (m)	3.98
Ts (m)	18.14
Ls (m)	15.0
K (m)	7.434

